



COLECCIÓN CONOCIMIENTO CONTEMPORÁNEO

Ejercicio salud y sociedad: una mirada multidisciplinar

Coord:
José Manuel Delfa de la Morena

Dykinson, S.L.

EJERCICIO SALUD Y SOCIEDAD:
UNA MIRADA MULTIDISCIPLINAR



COLECCIÓN CONOCIMIENTO CONTEMPORÁNEO

EJERCICIO SALUD Y SOCIEDAD:
UNA MIRADA MULTIDISCIPLINAR

Coord.

JOSÉ MANUEL DELFA DE LA MORENA

Dykinson, S.L.

2025



Esta obra se distribuye bajo licencia

Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

La Editorial Dykinson autoriza a incluir esta obra en repositorios institucionales de acceso abierto para facilitar su difusión. Al tratarse de una obra colectiva, cada autor únicamente podrá incluir el o los capítulos de su autoría.

EJERCICIO SALUD Y SOCIEDAD : UNA MIRADA MULTIDISCIPLINAR

Diseño de cubierta y maquetación: Francisco Anaya Benítez

© de los textos: los autores

© de la presente edición: Dykinson S.L.

Madrid 2025

N.º 267 de la colección Conocimiento Contemporáneo

1ª edición, 2025

ISBN: 979-13-7006-278-1

NOTA EDITORIAL: Los puntos de vista, opiniones y contenidos expresados en esta obra son de exclusiva responsabilidad de sus respectivos autores. Dichas posturas y contenidos no reflejan necesariamente los puntos de vista de Dykinson S.L, ni de los editores o coordinadores de la obra. Los autores asumen la responsabilidad total y absoluta de garantizar que todo el contenido que aportan a la obra es original, no ha sido plagiado y no infringe los derechos de autor de terceros. Es responsabilidad de los autores obtener los permisos adecuados para incluir material previamente publicado en otro lugar. Dykinson S.L no asume ninguna responsabilidad por posibles infracciones a los derechos de autor, actos de plagio u otras formas de responsabilidad relacionadas con los contenidos de la obra. En caso de disputas legales que surjan debido a dichas infracciones, los autores serán los únicos responsables.

INTRODUCCIÓN	16
JOSÉ MANUEL DELFA DE LA MORENA	

SECCIÓN I.

ACTIVIDAD FÍSICA EN LA NIÑEZ Y LA ADOLESCENCIA

CAPÍTULO 1. TENDENCIAS EN LA PUBLICACIÓN DE REVISIONES ACADÉMICAS EN EDUCACIÓN FÍSICA	20
DANIEL GONZÁLEZ DEVEZA	
NEREA BLANCO-MARTÍNEZ	
CAPÍTULO 2. ¿ES CAPAZ LA ACTIVIDAD FÍSICA DE MODULAR POSITIVAMENTE LA ANSIEDAD Y EL ESTRÉS EN ADOLESCENTES ESCOLARIZADOS?.....	40
FREDERICO CAMAROTTI JÚNIOR	
PEDRO PINHEIRO PAES	
JUAN-JOSÉ MIJARRA-MURILLO	
CAPÍTULO 3. ACTIVIDAD FÍSICA Y CLÍNICA ARTICULAR EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON ENFERMEDAD INFLAMATORIA INTESTINAL	59
PAULA SÁNCHEZ LLORENTE	
CARLOS MARTÍN MARTÍNEZ	
CAPÍTULO 4. SEDENTARISMO INFANTIL EN MÉXICO: ANÁLISIS CRÍTICO DE EVIDENCIA, POLÍTICAS PÚBLICAS Y COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL ENTRE 2016 Y 2023.....	73
GENNY ELIZABETH GÓNGORA CUEVAS	
CAPÍTULO 5. CAPACIDAD AERÓBICA EN EDUCACIÓN PRIMARIA COMO ELEMENTO DETERMINANTE DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO.....	90
JAVIER RISCART LÓPEZ	
MIGUEL ÁNGEL ROSETY RODRÍGUEZ	
CAPÍTULO 6. RELACIÓN ENTRE EL RENDIMIENTO EN FUERZA EN MIEMBROS INFERIORES Y EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ALUMNOS DE EDUCACIÓN PRIMARIA	114
JAVIER RISCART LÓPEZ	
MIGUEL ÁNGEL ROSETY RODRÍGUEZ	
CAPÍTULO 7. PREFERENCIAS DE ACTIVIDAD FÍSICO DEPORTIVA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LA UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA UCC	134
OLMER JESUS ACEROS VARGAS	
JOSÉ MANUEL DELFA DE LA MORENA	

SECCIÓN II. ACTIVIDAD FÍSICA Y MUJER

CAPÍTULO 8. EVOLUCIÓN Y FACTORES RELACIONADOS CON LA ACTIVIDAD FÍSICA DURANTE EL EMBARAZO Y EL POSTPARTO . 152

ENRIQUE RAMÓN ARBUÉS

ANAIS SEVIL PÉREZ

LUCÍA SAGARRA ROMERO

CAPÍTULO 9. BARRERAS, MOTIVADORES Y ESTRATEGIAS COMUNICACIONALES PARA LA PRÁCTICA DE EJERCICIO EN MUJERES TRABAJADORAS EN MÉXICO: ANÁLISIS CON BASE EN EL MOPRADEF 2024 172

GENNY ELIZABETH GÓNGORA CUEVAS

CAPÍTULO 10. MÁS ALLÁ DE LA TRADICIÓN: BARRERAS EN LA PRÁCTICA DEL REMO EN BANCO FIJO DESDE LA PERSPECTIVA DE GÉNERO..... 189

GUILLERMO RANERO DE RÉGIL

CAPÍTULO 11. ACTIVIDAD FÍSICA Y MUJER. ADAPTACIÓN AL ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA DE ALTA INTENSIDAD DURANTE LA GESTACIÓN EN RATAS.....207

DÉBORA PRISCILA LIMA DE OLIVEIRA

RAQUEL DA SILVA ARAGÃO

CAPÍTULO 12. SOMNOLENCIA DIURNA EXCESIVA, ALTERACIONES DEL CICLO MENSTRUAL Y SÍNTOMAS MENTALES EN JÓVENES DEPORTISTAS 221

ELIANE APARECIDA CASTRO

NURIA ROMERO-PARRA

SECCIÓN III. ACTIVIDAD FÍSICA EN LA TERCERA EDAD

CAPÍTULO 13. ORTESIS Y MARCHA EN FRACTURAS DE FÉMUR NO CONSOLIDADAS: ESTUDIO DE UN CASO CON FIJACIÓN FALLIDA . 241

CARLOS DIAZ NOVO

TOMY SUÁREZ ROMERO

CAPÍTULO 14. FIABILIDAD DE UN SISTEMA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA MEDIR SATURACIÓN DE OXÍGENO EN PERSONAS MAYORES 273

RAÚL FERRER PEÑA

SILVIA DI BONAVENTURA

JOSÉ VICENTE LEÓN HERNÁNDEZ

AURORA MARÍA ARAUJO NARVÁEZ

CAPÍTULO 15. EFECTOS DE UN PROGRAMA DE BODYPUMP SOBRE
LA INDEPENDENCIA FUNCIONAL EN ADULTOS MAYORES DE 55 AÑOS . 290

MANUEL JESÚS RODRÍGUEZ CHAVARRÍA

MANUEL CHAVARRÍAS OLMEDO

FRANCISCO RODRÍGUEZ GALLARDO

CAPÍTULO 16. VIRTUAL REALITY, PHYSICAL ACTIVITY, AND
THE PARADOX OF AGING IN A TECNO-UTOPIAN WORLD 306

ANDRÉ RAMALHO

RUI PAULO

PEDRO DUARTE-MENDES

SECCIÓN IV.

EJERCICIO TERAPÉUTICO EN REHABILITACIÓN NEUROLÓGICA

CAPÍTULO 17. ACTIVIDAD FÍSICA Y SÍNTOMAS DE TRASTORNO
POR DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD EN PACIENTES
PEDIÁTRICOS CON ENFERMEDAD INFLAMATORIA INTESTINAL... 322

PAULA SÁNCHEZ LLORENTE

CARLOS MARTÍN MARTÍNEZ

CAPÍTULO 18. EFECTOS DE INTERVENCIONES BASADAS EN EJERCICIO
SOBRE EL SUEÑO EN PACIENTES CON FIBROMIALGIA.
REVISIÓN LITERARIA 337

LEONARDO RODRÍGUEZ LAGOS

SECCIÓN V.

EJERCICIO TERAPÉUTICO EN REHABILITACIÓN
CARDIACA Y CARDIORRESPIRATORIA

CAPÍTULO 19. CIRCUITO EN FASE III PARA ASEGURAR ADHERENCIA
AL EJERCICIO FÍSICO TRAS EVENTO CARDIOVASCULAR..... 358

JOAQUÍN DOMÍNGUEZ PANIAGUA

FRANCISCO DE ASÍS FERNÁNDEZ MARTÍNEZ

CAPÍTULO 20. INCLUIR AL EJERCICIO COMO HERRAMIENTA
TERAPÉUTICA PARA CONTROLAR LA HIPERTENSIÓN ARTERIAL
CONTROLADA GRACIAS AL USO DE HEARTYFIT Y A LA ADHERENCIA
TERAPÉUTICA AL EJERCICIO AERÓBICO Y DE FUERZA 375

JOSÉ LUIS ARIAS BURÍA

CAPÍTULO 21. EL USO DE LA PLATAFORMA DE EJERCICIO TERAPÉUTICO HEARTYFIT MEJORAR LA FUERZA MUSCULOESQUELÉTICA EN PACIENTES CON HIPERTENSIÓN ARTERIAL CONTROLADA	405

JOSÉ LUIS ARIAS BURÍA

CAPÍTULO 22. RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD FÍSICA Y MEMORIA A CORTO PLAZO EN ADULTOS JÓVENES ASINTOMÁTICOS: UN ESTUDIO TRANSVERSAL	429

FRANCISCO GURDIEL-ÁLVAREZ

ALBA RAMOS-URBANOS

ROBERTO CANO-DE-LA-CUERDA

RAÚL FERRER-PEÑA

SECCIÓN VI.

EJERCICIO TERAPÉUTICO EN REHABILITACIÓN ONCOLÓGICA

CAPÍTULO 23. RENDIMIENTO NEUROMUSCULAR EN SUPERVIVIENTES DE CÁNCER DE MAMA POST- QUIMIOTERAPIA: ANÁLISIS COMPARATIVO CON VALORES NORMATIVOS POBLACIONALES	444

MANUEL DEL VALLE GRATACÓS

CAPÍTULO 24. EFECTOS DIFERENCIALES DEL ENTRENAMIENTO CONCURRENTE EN COHORTES DE SUPERVIVIENTES DE CÁNCER DE MAMA SEGÚN EL RÉGIMEN DE HORMONOTERAPIA ADYUVANTE: ESTUDIO CUASIEXPERIMENTAL.....	469

MANUEL DEL VALLE GRATACÓS

CAPÍTULO 25. POTENCIAL TERAPÉUTICO DE LA COMBINACIÓN DE ESTIMULACIÓN TRANSCRANEAL POR CORRIENTE CONTINUA Y EJERCICIO FÍSICO EN EL DOLOR ONCOLÓGICO. UNA REVISIÓN NARRATIVA.....	495

MANUEL DEL VALLE GRATACÓS

MARIO REDONDO EXERCISE CANCER CENTER

IRENE DE LA ROSA DÍAZ

CAPÍTULO 26. TRATAMIENTO DE FISIOTERAPIA MULTIMODAL BASADO EN UN ENFOQUE BIOCONDUCTUAL EN EL MANEJO DEL DOLOR POSTMASTECTOMÍA: ESTUDIO DE UN CASO	523

UNAI URBE MURGUIZU

CAPÍTULO 27. EL EJERCICIO EN EL MANEJO DEL DOLOR EN PACIENTES CON CÁNCER: EVIDENCIA Y APLICACIONES PRÁCTICAS	553

CARLOS PASCUAL PASERO

CAPÍTULO 28. DIFERENCIAS DEL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA
DE SUPERVIVIENTES DE CÁNCER DE MAMA TRATADAS CON Y
SIN QUIMIOTERAPIA. ESTUDIO COMPARATIVO TRANSVERSAL 570

CARLOS PASCUAL PASERO
ALBERTO ARIBAS ROMANO
IRENE DE LA ROSA DÍAZ

SECCIÓN VII.
ACTIVIDAD FÍSICA, FITNESS Y NUTRICIÓN

CAPÍTULO 29. ENTRENAMIENTO DE FUERZA CON DISPOSITIVOS
INERCIALES: EVALUACIÓN BIOMECÁNICA DE EJES CILÍNDRICOS
Y CÓNICOS EN LA SENTADILLA 588

CARLOS GALIANO DE LA ROCHA
GONZALO REVERTE PAGOLA
JOSÉ LUIS GIL DELGADO
JOSÉ ANTONIO ASIÁN CLEMENTE

CAPÍTULO 30. EFECTO INDUCIDO POR PLACEBO DE LA INGESTA
AGUDA DE TAURINA SOBRE LA CAPACIDAD AERÓBICA
EN MUJERES JÓVENES ACTIVAS 602

PEDRO PINHEIRO PAES
FREDERICO CAMAROTTI JÚNIOR

CAPÍTULO 31. RELATION BETWEEN MOTIVATION AND HEALTH -
RELATED QUALITY OF LIFE AMONG FITNESS GYM CLIENTS 620

PEDRO DUARTE-MENDES
ANDRÉ RAMALHO
MIRIAM GARCÍA GÓNZALEZ
RUI PAULO

CAPÍTULO 32. IMPACTO DEL FITNESS EN ESTUDIANTES
UNIVERSITARIOS 629

ALEJANDRO CARRILLO RUBIO
MIRIAM GARCÍA GONZÁLEZ

CAPÍTULO 33. PILATES EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA 643

ALEJANDRO CARRILLO RUBIO

SECCIÓN VIII.
ACTIVIDAD FÍSICA, DEPORTE Y COMPETICIÓN

CAPÍTULO 34. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EVALUAR EL IMPACTO DEL BALÓN EN EL CEREBRO DURANTE EL CABECEO EN EL FÚTBOL	659

CARLOS DIAZ NOVO
WALTER MAR HALLER

CAPÍTULO 35. RATIO DE CARGA EXTERNA ACUMULADA EN JUGADORES DE FÚTBOL DURANTE EL MICROCICLO DE ENTRENAMIENTO EN FUNCIÓN DE LA COMPETICIÓN: UNA REVISIÓN NARRATIVA	690

JOSE ANTONIO ASIAN CLEMENTE
CARLOS GALIANO DE LA ROCHA
GONZÁLO REVERTE PAGOLA
JOSE LUIS GIL DELGADO

CAPÍTULO 36. EFECTOS DE LA FATIGA POR SALTOS Y CARRERA, Y SU INFLUENCIA EN LA TRANSICIÓN MARCHA A CARRERA EN ADULTOS JOVENES FÍSICAMENTE ACTIVOS	706

LEONARDO LAGOS-HAUSHEER
CLAUDIO SANHUEZA
PEDRO PINTO

CAPÍTULO 37. RELACIÓN ENTRE INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS Y PARÁMETROS BIOMECÁNICOS DURANTE EL SPRINT EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES	723

LEONARDO LAGOS-HAUSHEER
ÁNGELO NAVARRO MEDINA
CARLOS MARTÍNEZ ORREGO

CAPÍTULO 38. PROPUESTA DE ESTUDIO DE PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE LATERALIDAD FUNCIONAL EN EL PLANO TÉCNICO-TÁCTICO EN JUDOKAS DE ALTO RENDIMIENTO DE CATEGORÍA CADETE	741

SONIA MONTERO GONZÁLEZ
ADRIÁN SOLERA ALFONSO
MARIO MONTERO GONZÁLEZ

CAPÍTULO 39. ESTUDIO PREFERENCIAL LATERAL EN LA EJECUCIÓN DE TÉCNICAS ESPECÍFICAS DE JUDO EN COMPARACIÓN A SU PREFERENCIA LATERAL NATURAL EN JUDOKAS UNIVERSITARIOS.....	752

SONIA MONTERO GONZÁLEZ
ADRIÁN SOLERA ALFONSO

CAPÍTULO 40. EL BURNOUT EN PROFESORES DE EDUCACIÓN FÍSICA EN ESPAÑA. UN ESTUDIO DE REVISIÓN.....	761

ROBERTO RUÍZ BARQUÍN
JOAQUÍN ÁLVAREZ FERNÁNDEZ
BÁRBARA MACARENA DÍAZ CORTÉS
PABLO JOSÉ BORGES-HERNÁNDEZ

CAPÍTULO 41. EL LADO INVISIBLE DEL SILBATO: UN ESTUDIO DEL BURNOUT EN ÁRBITROS	775

BARBARA MACARENA DÍAZ CORTÉS
PABLO JOSÉ BORGES-HERNÁNDEZ
JOAQUÍN ÁLVAREZ FERNÁNDEZ
ROBERTO RUÍZ BARQUÍN

CAPÍTULO 42. REVISIÓN TEÓRICA DE LOS ESTUDIOS DE BURNOUT EN ENTRENADORES	789

JOAQUÍN ÁLVAREZ FERNÁNDEZ
PABLO JOSÉ BORGES HERNÁNDEZ
ADRIÁN SOLERA ALFONSO
ROBERTO RUIZ BARQUÍN

SECCIÓN IX.

ACTIVIDAD FÍSICA, DISCAPACIDAD E INCLUSIÓN SOCIAL

CAPÍTULO 43. MOVIMIENTO Y NEURODESARROLLO EN EL AULA: EL PAPEL DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN EL ABORDAJE DEL TRASTORNO DE DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD	804

ALEXANDRA MARTÍN RODRÍGUEZ

CAPÍTULO 44. PROPUESTA DE UN PROGRAMA DEPORTIVO DE JUDO EN CENTROS ESCOLARES DE EDUCACIÓN ESPECIAL.....	831

MARIO MONTERO GONZÁLEZ
BORJA SUÁREZ VILLADAT
SONIA MONTERO GONZÁLEZ

CAPÍTULO 45. ANÁLISIS DEL CAMBIO DE NORMATIVA Y SU EFECTO EN LA PARTICIPACIÓN EN LOS CMPEONATOS DEL MUNDO Y JUEGOS PARALÍMPICOS DE JUDO	841

MARIO MONTERO GONZÁLEZ
BORJA SUÁREZ VILLADAT

CAPÍTULO 46. LOS DEPORTES PARALÍMPICOS EN LA ESCUELA. UNA PROPUESTA LÚDICA COMO MEDIO DE ENSEÑANZA	848

FLAVIA ESTEFANÍA AMAR CANTOS

SECCIÓN X.
EJERCICIO Y ACTIVIDAD FÍSICA EN ENFERMEDADES
METABÓLICAS

CAPÍTULO 47. COMPOSICIÓN CORPORAL EN ALUMNOS DE
PRIMARIA Y SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO ACADÉMICO ..877

JAVIER RISCART LÓPEZ
MIGUEL ÁNGEL ROSETY RODRÍGUEZ

SECCIÓN XI.
EJERCICIO Y ACTIVIDAD FÍSICA EN SALUD MENTAL

CAPÍTULO 48. RASGOS DE ANSIEDAD Y DEPRESIÓN EN POBLACIÓN
ADULTA JOVEN UNIVERSITARIA. RELACIÓN CON EL TIEMPO DE
PANTALLA Y LA ACTIVIDAD FÍSICA..... 899

ENRIQUE RAMÓN ARBUÉS
ANAIS SEVIL PÉREZ
LUCÍA SAGARRA ROMERO

CAPÍTULO 49. REPERCUSIONES DEL GÉNERO Y LA PRÁCTICA
DEPORTIVA EN LOS PARÁMETROS DEL SUEÑO EN DEPORTISTAS
UNIVERSITARIOS 919

FREDERICO CAMAROTTI JÚNIOR
PEDRO PINHEIRO PAES
JOSÉ MANUEL DELFA DE LA MORENA

CAPÍTULO 50. EDUCACIÓN Y EJERCICIO TERAPÉUTICO
EN DEPRESIÓN: DESARROLLO DE UN PROGRAMA BASADO
EN ACTIVIDAD GRADUADA 938

MATEO RIERA MARCO
DANIEL ZEGARRA CHÁVEZ

CAPÍTULO 51. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD CIENTÍFICA
EN TIKTOK SOBRE EL EJERCICIO EN TRASTORNO DEPRESIVO:
PROTOCOLO DE UN ESTUDIO DE ANÁLISIS DE CONTENIDO..... 954

DANIEL ZEGARRA CHÁVEZ
MATEO RIERA MARCO
ÁLVARO REINA VARONA

CAPÍTULO 52. EFECTO DE UN PROGRAMA VIRTUAL DE ATENCIÓN
PLENA SOBRE EL BIENESTAR DE PERSONAS CON OBESIDAD 969

MARÍA DE JESÚS SERRANO PLATA
PATRICIA BALCÁZAR NAVA

SECCIÓN XII.

EJERCICIO Y ACTIVIDAD FÍSICA EN PACIENTES CON DOLOR

CAPÍTULO 53. RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE FUERZA MUSCULAR DE LA PARED ABDOMINAL Y EL DOLOR EN PACIENTES CON HERNIAS ABDOMINALES DE LÍNEA MEDIA	991
JOSÉ LUIS GIL DELGADO	
JOSÉ ANTONIO ASÍAN CLIMENTE	
CARLOS GALIANO DE LA ROCHA	
GONZALO REVERTE PAGOLA	
CAPÍTULO 54. INFLUENCIA DEL EJERCICIO AERÓBICO SOBRE LA FRECUENCIA DEL DOLOR DE CABEZA EN PERSONAS DIAGNOSTICADAS DE MIGRAÑA	1008
ALEJANDRO LÓPEZ MEJÍAS	
CARMEN LUCÍA HERNÁNDEZ STENDER	
CAPÍTULO 55. EFECTOS DEL EJERCICIO SOBRE BIOMARCADORES DE DOLOR NEUROPÁTICO EN MODELOS ANIMALES. REVISIÓN LITERARIA	1028
JORGE MENÉNDEZ CÁMARA	
CAPÍTULO 56. DIFERENCIAS EN EL GRADO DE ACTIVIDAD FÍSICA ENTRE PACIENTES CON Y SIN DOLOR NEUROPÁTICO. ESTUDIO OBSERVACIONAL.....	1049
JORGE MENÉNDEZ CÁMARA	
ALBERTO ARIBAS ROMANO	
CAPÍTULO 57. EJERCICIO FÍSICO EN EL MANEJO DEL DOLOR OROFACIAL Y LOS TRASTORNOS TEMPOROMANDIBULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA.....	1068
DIEGO GIJÓN LAGO	
CAPÍTULO 58. ¿EJERCICIO FÍSICO DE ALTA O BAJA INTENSIDAD EN POBLACIÓN CON DOLOR CRÓNICO? ¿EN QUÉ AFECTA LA CALIDAD DE SUEÑO?	1086
DIEGO GIJÓN LAGO	
CAPÍTULO 59. ¿INTERVENCIÓN TÉCNICA O EXPERIENCIA TERAPÉUTICA? EL ROL DE LA SUPERVISIÓN EN EL TRATAMIENTO BASADO EN EJERCICIO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO NO ESPECÍFICO: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA CON METAANÁLISIS	1105
LAURA BLANCO HERAS	
ÁLVARO-JOSÉ RODRÍGUEZ-DOMÍNGUEZ	
CAPÍTULO 60. RELACIÓN ENTRE INSOMNIO, DOLOR CRÓNICO Y ACTIVIDAD FÍSICA EN MAQUINISTAS DEL METRO DE MADRID...	1122
LEONARDO RODRÍGUEZ LAGOS	
ALBERTO ARIBAS ROMANO	
DIEGO GIJÓN LAGO	

SECCIÓN XIII.
ACTIVIDAD FÍSICA, MÚSICA Y CORPORALIDAD

CAPÍTULO 61. INSIDE OUT: CÓMO DESARROLLAR LA EXPRESIÓN CORPORAL Y LA COMUNICACIÓN EMOCIONAL EN NIÑOS DE EDUCACIÓN PRIMARIA	1141
FLAVIA ESTEFANÍA AMAR CANTOS	
NOELIA GALLARDO CEREGETTI	
CAPÍTULO 62. BODY PERCUSSION AND CIRCUS ART. A PROPOSAL OF PEDAGOGICAL INTEGRATION FROM THE BAPNE METHOD	1169
FRANCISCO JAVIER ROMERO-NARANJO	
ELISEO ANDREU-CABRERA	
CAPÍTULO 63. BODY PERCUSSION AS A DIDACTIC AND TRAINING STRATEGY TO OPTIMIZE RHYTHMIC ABILITY IN ATHLETES	1189
FRANCISCO JAVIER ROMERO-NARANJO	
ELISEO ANDREU-CABRERA	
CAPÍTULO 64. BODY PERCUSSION AND EMBODIED COGNITION. FOUNDATIONS FROM MUSICAL AND BODY EXPRESSION	1209
FRANCISCO JAVIER ROMERO-NARANJO	
ELISEO ANDREU-CABRERA	

SECCIÓN XIV.
ACTIVIDAD FÍSICA EN EL MEDIO NATURAL

CAPÍTULO 65. BLENDED INTENSIVE PROGRAMME ERASMUS+: SPORTS AND NATURE ACTIVITIES AS A PRIVILEGED MEANS OF DEVELOPING THE PHYSICAL, PSYCHOLOGICAL AND SOCIAL SKILLS OF HIGHER EDUCATION STUDENTS FROM DIFFERENT COUNTRIES (PORTUGAL, SPAIN AND FRANCE)	1235
RUI MIGUEL DUARTE PAULO	
PEDRO ALEXANDRE DUARTE MENDES	
BORJA SUÁREZ VILLADAT	
ANDRÉ LEONARDO GONÇALVES RAMALHO	
CAPÍTULO 66. OPINIÓN Y PERCEPCIÓN DE ALUMNADO UNIVERSITARIO SOBRE LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA EN EL MEDIO NATURAL	1247
JUAN JOSÉ MIJARRA MURILLO	
JOSÉ MANUEL DELFA DE LA MORENA	

SECCIÓN XV.
OTRAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO 67. MENOS DÍAS, MÁS MOVIMIENTO: INFLUENCIA DE LA TERAPIA KINESIOLOGICA EN LA HOSPITALIZACIÓN POST FRACTURA DE CADERA EN MAYORES DE 65 AÑOS 1269

MARIANNE ESCOBAR CIFUENTES
VÍCTOR MORALES PEÑA
LEONARDO LAGOS- HAUSHEER
MARIO MUÑOZ- BUSTOS
ADOLFO SOTO-MARTINEZ
HANS NEIRA-TORRES

CAPÍTULO 68. RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD FÍSICA E IMÁGENES MENTALES EN POBLACIÓN ASINTOMÁTICA: ESTUDIO TRANSVERSAL 1285

JOSE VICENTE LEÓN HERNÁNDEZ
ASER DONADO-BERMEJO
PABLO BARRENECHEA LEAL
ALBA RAMOS URBANOS

CAPÍTULO 69. RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD FÍSICA Y MEMORIA A CORTO PLAZO EN ADULTOS JÓVENES ASINTOMÁTICOS: UN ESTUDIO TRANSVERSAL 1301

FRANCISCO GURDIEL-ÁLVAREZ
ALBA RAMOS-URBANOS
ROBERTO CANO-DE-LA-CUERDA
RAÚL FERRER-PEÑA

CAPÍTULO 70. LA CALIDAD DE MOVIMIENTO COMO INDICADOR FUNCIONAL Y SU RELACIÓN CON LA SALUD POSITIVA: UNA EXPERIENCIA EDUCATIVA APLICADA 1312

UNAI AZCÁRATE JIMÉNEZ
ROBERTO RAMÍREZ DOMÍNGUEZ

CAPÍTULO 71. EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO PARA LA MEJORA FUNCIONAL EN PERSONAS CON SECUELAS DE COVID-19 PERSISTENTE 1332

LUCÍA SAGARRA-ROMERO
ANAIS SEVIL-PÉREZ
ENRIQUE RAMÓN-ARBUÉS

CAPÍTULO 72. POSITIVE HEALTH Y ACPB ¿EN QUÉ DIMENSIONES DE LA SALUD INFLUYE LA EDAD? 1348

ROBERTO RAMÍREZ DOMÍNGUEZ
UNAI AZCÁRATE JIMÉNEZ

En la actualidad, el vínculo entre ejercicio físico, salud y sociedad se presenta como un tema esencial para comprender el bienestar humano en todas sus dimensiones. Más allá de ser una simple práctica destinada al cuidado corporal, el ejercicio es un fenómeno complejo que atraviesa aspectos biológicos, psicológicos, sociales, culturales y ambientales, y que requiere un enfoque multidisciplinar para ser entendido en su totalidad.

Este libro nace con la intención de explorar, desde múltiples miradas, cómo la actividad física influye en la vida de las personas a lo largo de las diferentes etapas de la existencia, en contextos muy diversos y frente a distintos desafíos. La infancia y la adolescencia son períodos críticos en los que la actividad física contribuye a moldear hábitos saludables que tienen un impacto duradero en la salud futura. Es en estos momentos iniciales donde el ejercicio no solo promueve el desarrollo físico y motor, sino que también juega un papel fundamental en la formación de valores, habilidades sociales y la prevención de enfermedades.

De manera complementaria, la experiencia de la mujer frente a la actividad física revela particularidades vinculadas a factores biológicos y sociales, que hacen necesario un análisis cuidadoso para superar barreras y promover la igualdad de oportunidades en el acceso al ejercicio. En paralelo, la tercera edad representa otro momento vital en el que la actividad física se vuelve crucial para mantener la autonomía, prevenir el deterioro funcional y mejorar la calidad de vida, destacando el ejercicio como un instrumento clave en la salud integral de las personas mayores.

Asimismo, el ejercicio terapéutico se presenta como una herramienta indispensable dentro de la rehabilitación de diversas patologías, desde afecciones neurológicas hasta enfermedades cardiovasculares y oncológicas. En estos contextos, la actividad física no solo contribuye a la recuperación y mejora funcional, sino que también favorece el bienestar emocional y la reinserción social de los pacientes, demostrando el valor de un abordaje personalizado y multidisciplinar que involucre a profesionales de distintas áreas.

En la intersección entre la actividad física y la nutrición, se profundiza en cómo ambos elementos se complementan para fomentar la salud, prevenir enfermedades y optimizar el rendimiento físico. Esta perspectiva se conecta con el análisis del deporte y la competición, donde se exploran tanto los beneficios de la práctica deportiva como los riesgos asociados, especialmente cuando se lleva a niveles elevados o de alta exigencia.

Una dimensión fundamental que el libro aborda es la inclusión social a través del ejercicio físico, enfocándose en la población con discapacidad y las estrategias necesarias para garantizar su participación plena. En este sentido, el ejercicio se reafirma como un derecho y una vía para la integración, la autonomía y el empoderamiento social.

El papel del ejercicio en el manejo de enfermedades metabólicas y en la promoción de la salud mental subraya su importancia como parte central de tratamientos preventivos y terapéuticos. La actividad física emerge como un recurso eficaz no solo para mejorar parámetros físicos, sino también para fomentar el bienestar emocional y la resiliencia frente a diversas condiciones. De manera complementaria, el ejercicio en pacientes que sufren dolor crónico abre nuevas posibilidades para el manejo integral de este síntoma, ampliando la visión tradicional del tratamiento.

Más allá del aspecto clínico y social, el libro también propone una reflexión sobre la relación entre actividad física, música y corporalidad, destacando la expresión del cuerpo en movimiento como un fenómeno cultural y simbólico. Asimismo, se rescata la importancia de ejercitarse en el medio natural, una experiencia que conecta a las personas con el entorno, promoviendo beneficios tanto físicos como psicológicos.

Finalmente, esta obra invita a explorar nuevas líneas de investigación que continúan enriqueciendo y transformando el campo del ejercicio y la salud, con una mirada abierta a la innovación y la colaboración interdisciplinar. La diversidad de temas y enfoques presentados reflejan el compromiso por ofrecer una visión integral y actualizada que pueda inspirar tanto a profesionales como a investigadores, estudiantes y a la sociedad en general.

Con este propósito, **“Ejercicio Salud y Sociedad: una mirada multidisciplinar”** se presenta como un aporte valioso para comprender la actividad física en toda su complejidad, reafirmando su papel como un pilar fundamental para la promoción de la salud, la inclusión social y el desarrollo humano.

JOSÉ MANUEL DELFA DE LA MORENA
Universidad Rey Juan Carlos, España

SECCIÓN I.

ACTIVIDAD FÍSICA EN LA NIÑEZ
Y LA ADOLESCENCIA

TENDENCIAS EN LA PUBLICACIÓN DE REVISIONES ACADÉMICAS EN EDUCACIÓN FÍSICA

DANIEL GONZÁLEZ DEVESA
Universidad Católica de Ávila

NEREA BLANCO-MARTÍNEZ
Universidad de Vigo

1. INTRODUCCIÓN

La investigación en el ámbito de la Educación Física ha experimentado una evolución significativa en las últimas décadas, reflejando su creciente reconocimiento como un campo académico multidisciplinario con implicaciones de profesionales pertenecientes a diferentes ámbitos del conocimiento (Arroyo-Rojas & Hodge, 2024; C. Wang et al., 2023). A medida que los sistemas educativos han ido incorporando un enfoque más holístico en la formación de los estudiantes, la Educación Física ha cobrado una mayor relevancia, no solo en el ámbito escolar, sino también en programas de salud pública y promoción del bienestar (Ramires et al., 2023).

El desarrollo de la Educación Física como disciplina académica ha estado acompañada por una expansión en la variedad de enfoques metodológicos aplicados en la enseñanza y la evaluación (Bores-García et al., 2021; Østerlie et al., 2023). En los últimos años, se ha observado un creciente interés en la aplicación de metodologías activas de aprendizaje, tales como el aprendizaje cooperativo (Bores-García et al., 2021), la gamificación (Acebes Sánchez & Bernal, 2021; Arufe-Giráldez et al., 2022) y el uso de tecnologías digitales interactivas (Mokmin & Rassy, 2022). Estas innovaciones han permitido mejorar y potenciar la implicación de los estudiantes, además de favorecer la adquisición de las competencias de manera mucho más efectiva. No obstante, aún existen

retos en la adaptación de estas metodologías a diferentes contextos dentro del ámbito educativo y poblacional (Mokmin & Rassy, 2022).

Además, la Educación Física ha sido reconocida como un eje clave para la promoción de valores como la inclusión, la equidad y la cooperación en el ámbito escolar (Acebes Sánchez & Bernal, 2021). Diversos estudios han abordado el impacto de estrategias pedagógicas diseñadas para favorecer la participación de estudiantes con distintas capacidades y condiciones socioeconómicas (Tristani et al., 2021), contribuyendo así a la reducción de barreras que tradicionalmente han limitado el acceso a la participación en actividad física y deportiva (Hickingbotham et al., 2021). Sin embargo, aún es necesario analizar en profundidad qué enfoques han sido objeto de mayor investigación y cuáles representan áreas emergentes de interés, que puedan orientar futuras investigaciones en este ámbito.

Otro aspecto relevante en la investigación en Educación Física es la creciente interdisciplinariedad del campo, que ha llevado a la integración de enfoques provenientes de la neurociencia, la psicología, la pedagogía y la tecnología. Esta convergencia de disciplinas ha enriquecido la comprensión de cómo la actividad física influye en el aprendizaje (García-Hermoso et al., 2021), el desarrollo emocional (Acebes Sánchez & Bernal, 2021) y la salud general de los estudiantes (Ramires et al., 2023). A medida que la investigación en Educación Física continúa expandiéndose, resulta fundamental poder sintetizar y analizar críticamente esta evidencia para hacerla accesible a los profesionales educativos y de la salud, así como a las familias interesadas en el área de Educación Física.

En este sentido, las revisiones sistemáticas en este campo han permitido consolidar el conocimiento sobre qué prácticas resultan más efectivas (C. Wang et al., 2023), evaluar el impacto de las diferentes metodologías de enseñanza (Arufe-Giráldez et al., 2022; Bores-García et al., 2021) y generar evidencia sobre los beneficios de la actividad física en distintos grupos poblacionales (Arroyo-Rojas & Hodge, 2024). A pesar de ello, ante el creciente volumen de revisiones sistemáticas, críticas, narrativas, de alcance y otros tipos de revisiones, resulta fundamental

analizar la evidencia disponible para identificar las tendencias, los vacíos de conocimiento y las oportunidades para futuras investigaciones.

En este contexto, el análisis bibliométrico se presenta como una herramienta de gran interés para evaluar la producción científica en diferentes áreas, permitiendo identificar patrones de publicación, redes de colaboración y áreas de investigación emergentes (Ellegaard & Wallin, 2015). Sin embargo, a pesar del creciente volumen de revisiones en este ámbito, hasta donde sabemos, no se ha realizado un estudio bibliométrico exhaustivo que sintetice las tendencias en revisiones académicas sobre Educación Física dentro del entorno escolar.

El uso de herramientas bibliométricas en este contexto no solo permite identificar la cantidad de investigaciones producidas, sino también evaluar su impacto científico a través de métricas como el número de citas, la relevancia de los autores y la influencia de las instituciones (Donthu et al., 2021). Además, este tipo de estudios ofrece una perspectiva objetiva sobre cómo ha evolucionado el conocimiento en este ámbito y qué áreas requieren una mayor exploración. De este modo, es posible facilitar la toma de decisiones estratégicas para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas.

2. OBJETIVOS

Por tanto, este trabajo tiene como objetivo llevar a cabo un análisis bibliométrico integral sobre las revisiones existentes en el ámbito de la Educación Física desde 1996 hasta 2024, con los siguientes objetivos específicos:

- Analizar la evolución temporal de la producción científica en revisiones sobre Educación Física.
- Identificar a los autores, instituciones y países más influyentes en este campo.
- Examinar los patrones de colaboración y las redes de investigación.
- Mapear el desarrollo temático y las tendencias emergentes en la investigación sobre Educación Física.

3. METODOLOGÍA

3.1. RECOPIACIÓN DE DATOS Y ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA

El análisis bibliométrico constituye una metodología ampliamente utilizada en la investigación científica, ya que permite examinar de manera detallada y sistemática el estado actual del conocimiento en un área específica, proporcionando una visión global sobre su evolución, tendencias y principales contribuciones (Ellegaard & Wallin, 2015). Para garantizar la fiabilidad y validez de los estudios bibliométricos, resulta esencial seguir directrices y metodologías reconocidas internacionalmente, las cuales permiten minimizar sesgos y asegurar la replicabilidad de los resultados obtenidos (Donthu et al., 2021). Estas metodologías incluyen la selección adecuada de bases de datos, la utilización de métricas precisas y el empleo de herramientas especializadas para el análisis cuantitativo de la producción científica.

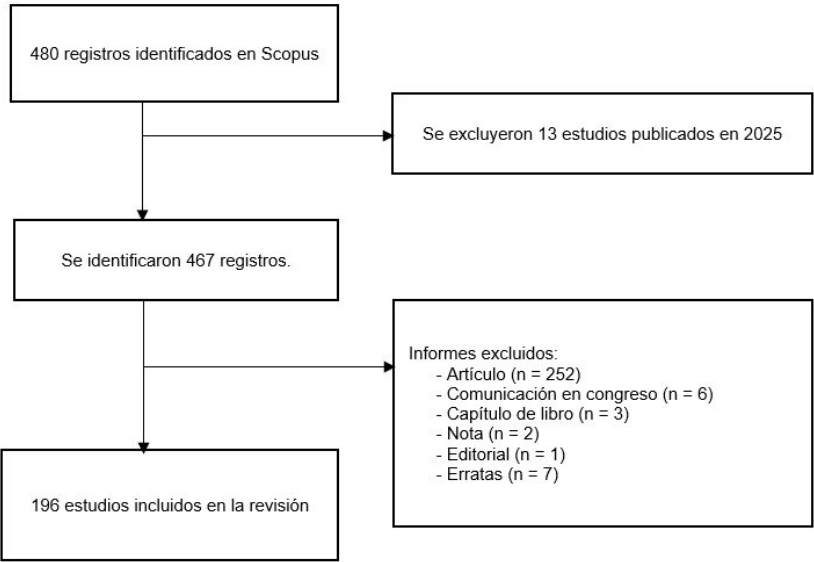
Por tanto, se llevó a cabo una búsqueda sistemática en la base de datos Scopus, abarcando desde su origen hasta el 3 de marzo de 2025. Scopus parece ventajoso, ya que abarca un mayor número de revistas en comparación con Web of Science, especialmente en los ámbitos de las ciencias sociales, las artes y las humanidades (Singh et al., 2021). Además, esta base de datos ha sido ampliamente utilizada en análisis bibliométricos relacionados con el deporte (Coimbra et al., 2019; Khatra et al., 2021). Dado que el estudio se realizó mientras el año 2025 aún estaba en curso, se decidió excluir las publicaciones de ese período. Esta elección se fundamentó en la necesidad de asegurar la validez de los resultados, evitando que la falta de datos de un semestre incompleto afecte a la fiabilidad de los hallazgos. Para la búsqueda, las palabras clave empleadas se determinaron tras un análisis exhaustivo de la literatura existente y la ecuación de búsqueda fue la siguiente: *TITLE ("Physical Education" AND "Review")*.

Optar por búsquedas basadas en títulos permite reducir la presencia de resultados irrelevantes, así como optimizar la precisión de los artículos seleccionados. Esta decisión sigue criterios aplicados previamente en otras revisiones bibliométricas (Feng et al., 2022; Memon et al., 2020). Usando los filtros de Scopus, se excluyeron los registros que no fueron

publicados en revistas (es decir, libros, capítulos de libros, artículos de conferencias, revisiones de conferencias). De manera similar, se excluyeron también los registros categorizados como artículos originales, editoriales, cartas al editor, notas y erratas. Asimismo, no se establecieron restricciones en cuanto al idioma de las publicaciones.

Por tanto, en la selección se priorizaron revisiones publicadas en revistas científicas revisadas por pares, dado que estos proporcionan un mayor nivel de rigor y coherencia, aspectos esenciales en este tipo de análisis (véase la Figura 1).

GRÁFICO 1. *Diagrama del proceso de selección de artículos.*



2.2. ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

El análisis bibliométrico se organiza en torno a dos enfoques fundamentales: (1) análisis de desempeño y (2) mapeo científico. El análisis de desempeño se centra en la evaluación cuantitativa de la producción científica, considerando métricas clave como la evolución anual del número de publicaciones, los artículos más citados, las revistas y autores con mayor impacto, las redes de colaboración entre investigadores, así

como la contribución de diferentes instituciones y países al desarrollo del campo de estudio.

Por otro lado, el mapeo científico se enfoca en el estudio de la estructura y evolución de un área de investigación a través de técnicas avanzadas, como el análisis de palabras clave. Este enfoque permite dividir el período de estudio en dos etapas diferenciadas: una primera fase, generalmente más amplia, en la que se identifican los principales frentes de investigación y líneas de trabajo consolidadas, y una segunda fase, que pone de relieve las tendencias emergentes o en declive dentro del campo. Esta segmentación facilita la identificación de patrones de desarrollo y permite proyectar la evolución futura del conocimiento en el área analizada (Donthu et al., 2021).

En este estudio, se empleó el paquete *Bibliometrics* (v. 4.3.0) de R (v. 4.4.2), una herramienta de código abierto (Aria & Cuccurullo, 2017). A partir de los informes de análisis en línea y los reportes de citas disponibles en la base de datos Scopus, se obtuvo información descriptiva sobre diversos aspectos, incluyendo autores, países, revistas, instituciones, número de citas, *keywords* y otra información relevante. Los datos extraídos fueron exportados desde Scopus en formato *BibTeX* y posteriormente importados en *Biblioshiny* para su análisis detallado. Esta metodología permitió la aplicación del modelo de la Ley de Bradford, así como el examen de las principales tendencias temáticas dentro del campo de estudio.

4. RESULTADOS

La búsqueda inicial identificó un total de 480 documentos relacionados con el tema de estudio. Sin embargo, tras una primera depuración, se excluyeron 13 registros debido a que fueron publicados en 2025, ya que el presente análisis considera únicamente trabajos publicados hasta el 31 de diciembre de 2024. Además, se eliminaron 271 registros, los cuales no cumplían con los criterios de inclusión establecidos para este estudio. Como resultado de este proceso de selección, un total de 196 revisiones fueron incluidas en el análisis final. Estos estudios se distribuyen en 86

revistas científicas diferentes. La Figura 1 muestra el proceso de selección y depuración de los documentos incluidos en la presente revisión.

4.1. ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO

4.1.1. Evolución anual

La primera revisión sobre Educación Física fué realizada por Stratton (1996), se tituló *Children's Heart Rates During Physical Education Lessons: A Review* y se publicó en *Pediatric Exercise Science*. No se registraron publicaciones en los años 1997, 1998, 2000 o 2001. El mayor volumen de publicaciones se alcanzó en 2024 ($n = 37$), seguido de 2022 ($n = 33$) y 2023 ($n = 26$). Cabe destacar que la literatura publicada en los últimos cinco años (2020-2024) representa el 69,90 % ($n = 137$) del total de revisiones en este campo. La tasa de crecimiento anual fue del 13,7 %.

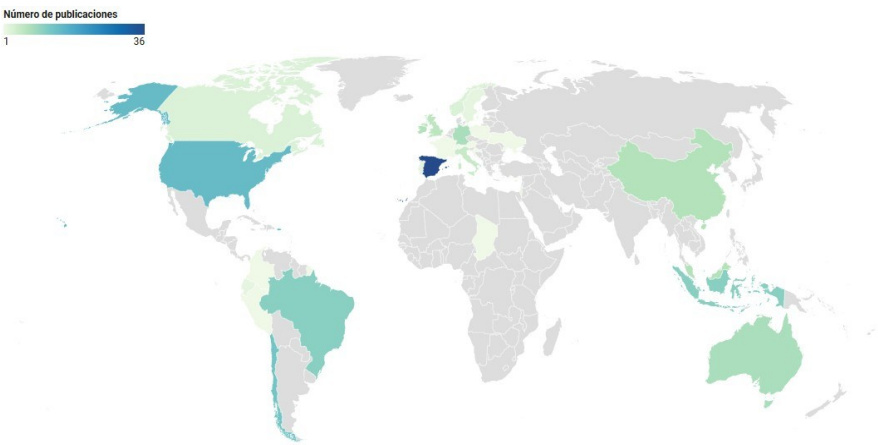
4.1.2. Autores, instituciones y países más prolíficos

El análisis llevado a cabo en este estudio reveló que, de los 716 autores identificados, únicamente cuatro investigadores publicaron cuatro revisiones sobre Educación Física durante el período analizado. Estos autores son Özgür Eken, Sebastián Espoz-Lazo, Francesca Latino y Hendra Setyawan. Además, se observó que 21 autores participaron en tres revisiones, 57 autores en dos, mientras que la mayoría, 634 investigadores, contribuyeron con una única publicación.

En relación con las instituciones más activas en la publicación de revisiones en el área de Educación Física, la Universidad de Granada (España) se posicionó en el primer lugar con 11 publicaciones, seguida por la Liverpool John Moores University (Reino Unido), la Universitas Negeri Yogyakarta (Indonesia), la University of Limerick (Irlanda) y la Universidad de Zaragoza (España), cada una con 7 publicaciones.

Respecto a la productividad por país, España lideró la producción científica en esta temática con 36 publicaciones, representando el 18,5 % del total de revisiones. En segundo lugar, se ubicó Estados Unidos (USA) con 15 publicaciones (7,7 %), seguido de Chile, que contribuyó con 13 publicaciones (6,7 %) (Figura 2).

GRÁFICO 2. Países más productivos desde 1996 hasta 2024.



4.1.3. Revistas más relevantes

La Tabla 1 muestra que *Retos-Nuevas Tendencias en Educación Física Deporte y Recreación* ocupó la primera posición entre las revistas que publican sobre este tema (n = 30), seguido del *International Journal of Environmental Research and Public Health* (n = 11) y *Sustainability (Switzerland)* (n = 9).

En cuanto a la indexación y prestigio de estas publicaciones, siete de las diez revistas con mayor número de revisiones publicadas en Educación Física estaban incluidas en el *Journal Citation Reports (JCR) 2023*. Sin embargo, solo una de ellas, *Education Sciences*, se encontraba en el cuartil 1 (Q1) dentro de su respectiva categoría (*Education & Educational Research*). Además, tres revistas pertenecían al cuartil 2 (Q2), lo que las posiciona en un nivel medio dentro de sus respectivas áreas: *Sustainability (Switzerland) (Environmental Studies)*, *Journal of Teaching in Physical Education (Sport Sciences)* y *Frontiers in Psychology (Psychology, Multidisciplinary)*. Solo tres de las diez revistas no estaban indexadas en el JCR 2023, pero sí en el *Scimago Journal Rank (SJR) 2023* (*International Journal of Environmental Research and Public Health*, *Journal of Physical Education (Maringa)* y *Kinesiology Review*). Finalmente, cabe destacar que tres de las diez revistas con

mayor número de publicaciones en Educación Física pertenecen a la editorial MDPI, mientras que dos son de la editorial *Human Kinetics*.

TABLA 1. Autores más productivos desde 1996 hasta 2024.

Fuentes	Nº de revisiones	Factor Impacto	Cuartil	Categoría	Editorial
Retos	30	1,2	Q3	Hospitality, Leisure, Sport & Tourism	FEADEF
International Journal of Environmental Research and Public Health	11	SJR 0,81†	Q2	Pollution	MDPI
Sustainability (Switzerland)	9	3,3	Q2	Environmental Studies	MDPI
Journal of Teaching in Physical Education	8	1,8	Q2	Sport Sciences	Human Kinetics
Journal of Sport and Health Research	7	0,7	Q4	Hospitality, Leisure, Sport & Tourism	Asoc Didactica Andalucia
Kinesiology Review	7	SJR 0,35†	Q3	Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation	Human Kinetics
Education Sciences	6	2,5	Q1	Education & Educational Research	MDPI
Movimento	6	0,6	Q3	Education & Educational Research	Univ Fed Rio Grande do Sul
Frontiers in Psychology	5	2,6	Q2	Psychology, Multidisciplinary	Frontiers Media SA
Journal of Physical Education (Maringa)	4	SJR 0,23†	Q3	Education	Univ. Estadual de Maringa

El factor de impacto, el cuartil y la categoría se basan en la edición 2023 del *Journal Citation Reports (JCR)*.

† Los datos se obtuvieron de SJR 2023 debido a que la revista no estaba indexada en JCR en la edición de 2023.

4.1.4. Artículos más citados

Los diez estudios con el mayor número de citas fueron publicados en el período comprendido entre 2005 y 2021, y su distribución se presenta en la Tabla 2. Dentro de este grupo, los tres trabajos con mayor impacto

en términos de citaciones corresponden a los estudios de Bailey (2006), Rasberry et al. (2011) y Lonsdale et al. (2013), los cuales han acumulado un total de 596, 492 y 333 citas, respectivamente, a fecha de 3 de marzo de 2025.

TABLA 2. *Revisiones más citadas relacionadas con Educación Física*

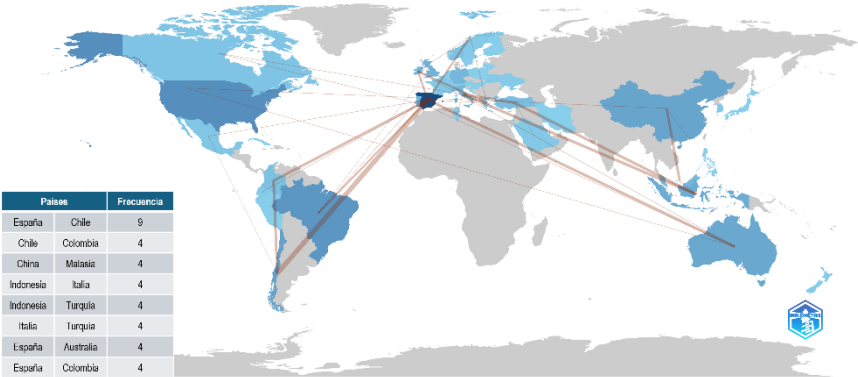
Autor/es	Título Revisión	Citas recibidas
Bailey (2006)	Physical Education and Sport in Schools: A Review of Benefits and Outcomes	596
Rasberry et al. (2011)	The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance: A systematic review of the literature	492
Lonsdale et al. (2013)	A systematic review and meta-analysis of interventions designed to increase moderate-to-vigorous physical activity in school physical education lessons	333
Block & Obrusnikova (2007)	Inclusion in Physical Education: A Review of the Literature from 1995-2005	232
Hollis et al. (2016)	A systematic review and meta-analysis of moderate-to-vigorous physical activity levels in elementary school physical education lessons	176
Hollis et al. (2017)	A systematic review and meta-analysis of moderate-to-vigorous physical activity levels in secondary school physical education lessons	169
Qi & Ha (2012)	Inclusion in Physical Education: A review of literature	163
Fairclough & Stratton (2005)	Physical Activity Levels in Middle and High School Physical Education: A Review	157
Fairclough & Stratton (2006)	A Review of Physical Activity Levels during Elementary School Physical Education	131
White et al. (2021)	Self-determination theory in physical education: A systematic review of qualitative studies	129

4.1.5. Redes de colaboración internacional

En la Figura 3 se muestran las relaciones de colaboración más frecuentes a nivel mundial en este tema. Los resultados de este análisis destacan a España como el país líder en investigación colaborativa en el ámbito de la Educación Física, estableciendo asociaciones frecuentes con Chile, Australia, Colombia, Brasil, Irlanda y Noruega, entre otros países. Por su parte, Australia ocupa el segundo lugar en términos de

colaboración, participando activamente en investigaciones conjuntas con Irlanda, Portugal y Austria, además de mantener vínculos con otros países. En tercer lugar, Chile se posiciona como un actor clave en la cooperación científica, evidenciando su integración en redes de investigación internacionales. A continuación, Indonesia y China también emergen como países con una participación significativa en colaboraciones científicas.

GRÁFICO 3. *Los patrones más comunes de colaboración internacional.*



4.2. MAPEO CIENTÍFICO

4.2.1. Evolución temática de las palabras clave de los autores

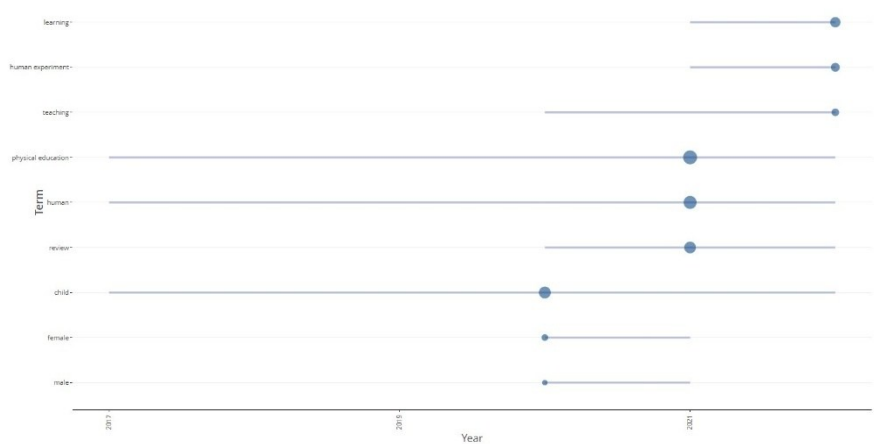
La evolución de las palabras clave seleccionadas por los autores, así como de las *keywords plus*, se organiza en dos fases claramente diferenciadas: el periodo comprendido entre 1996 y 2021, y el más reciente, que abarca desde 2022 hasta 2024. El tamaño de las barras verticales representa la frecuencia de uso de cada término clave, mientras que las conexiones establecidas entre ellas permiten visualizar la continuidad, la relación y la progresión de los conceptos a lo largo del tiempo (Figura 4).

representado en verde, estaba compuesto por 9 palabras clave, con *schools* y *school* como los términos más frecuentes, presentando una fuerza de enlace total de 4.170 y 2.940, respectivamente.

4.2.3. Temas en tendencia

En la Figura 6 se muestran los temas en tendencia analizados a través de las *keywords plus*, utilizando los siguientes parámetros: 1) Frecuencia mínima de palabra = 10 y 2) Número de palabras por año = 3. Entre los nueve términos más destacados, se identificaron palabras clave como *physical education*, *human*, *child* y *review*.

GRÁFICO 6. Tendencias temáticas en las revisiones de Educación Física.



5. DISCUSIÓN

Este análisis bibliométrico proporciona una visión detallada de la evolución y el estado actual de la investigación en revisiones sobre Educación Física desde el año 1996 hasta 2024. Los hallazgos evidencian un crecimiento significativo en la producción científica, la distribución geográfica y las tendencias temáticas que merecen un análisis detallado. Este análisis bibliométrico resulta relevante tanto para los investigadores como para los docentes y los políticos, ya que proporciona

información relevante sobre las tendencias en la investigación en Educación Física, facilitando así la identificación de áreas emergentes.

El análisis temporal de las publicaciones muestra un crecimiento sostenido, con una tasa de crecimiento anual del 13,7 % y el 69,90 % de las revisiones publicadas en los últimos cinco años (2020-2024). El aumento en las publicaciones después de 2020 puede atribuirse, en parte, al creciente interés por la actividad física durante la pandemia de COVID-19, ya que el ejercicio al aire libre fue identificado como una alternativa más segura (Ding et al., 2020; Filgueira et al., 2021). Diversos estudios han demostrado que la pandemia influyó significativamente en los hábitos de ejercicio, aumentando el interés por la práctica de actividades al aire libre para mantener la salud física y mental (Lesser & Nienhuis, 2020; Sallis et al., 2021). Esta tendencia coincide con estudios previos que destacan la efectividad de las clases de Educación Física en el ámbito escolar como una herramienta de promoción de hábitos saludables (Wang et al., 2024).

El análisis geográfico revela un dominio destacado de la investigación en revisiones sobre Educación Física en España, que lidera con un 18,5 % del total de publicaciones, seguida de Estados Unidos (7,7 %) y Chile (6,7 %). Este liderazgo podría explicarse por la sólida tradición investigadora en Educación Física en el ámbito hispanohablante, así como por el desarrollo de programas académicos y redes de colaboración entre instituciones de estos países. Este patrón geográfico es coherente con el de otras revisiones bibliométricas realizadas en el área de la Educación Física, que destacan a España y Estados Unidos como unos de los países con mayor producción científica en este campo (Gámez-Calvo et al., 2024; Zhou, 2024).

El análisis temático de las revisiones sobre Educación Física ha identificado tres principales áreas de investigación: la relación entre actividad física y el aprendizaje, la inclusión en la Educación Física y el impacto de las intervenciones físicas en el bienestar de los estudiantes. Dentro de estas líneas, en los últimos años ha cobrado especial relevancia el enfoque en la diversidad y la inclusión como pilares fundamentales del desarrollo educativo en este ámbito (Hutzler & Choresch, 2023). Este creciente interés ha impulsado la transformación de los métodos

pedagógicos y el rediseño curricular, con el objetivo de responder a las necesidades de estudiantes con distintos perfiles, incluyendo aquellos con diversidad funcional o requerimientos específicos (Mihajlovic, 2017). La prioridad ha sido la creación de entornos de aprendizaje accesibles y equitativos, donde se implementan estrategias que favorecen la participación de todo el alumnado y garantizan una experiencia educativa inclusiva (Tristani et al., 2021). Como resultado de estas innovaciones, han surgido programas de Educación Física más flexibles y adaptados, capaces de ofrecer igualdad de oportunidades para que cada estudiante pueda involucrarse en la práctica física y beneficiarse de sus efectos positivos en el desarrollo integral (Thorjussen, 2021).

Las revisiones más citadas sobre Educación Física abordan una amplia variedad de enfoques, desde fundamentos teóricos hasta aplicaciones prácticas, lo que evidencia la interacción entre el desarrollo conceptual y la implementación en la práctica real. Uno de los estudios más influyentes es el de Bailey (2006), que ofrece una revisión exhaustiva sobre los beneficios de la Educación Física y el deporte en las escuelas, tanto para los niños como para los sistemas educativos. Asimismo, la revisión sistemática de Rasberry et al. (2011) ha demostrado la relación entre la actividad física en el entorno escolar y el rendimiento académico. Su análisis evidenció que la mayoría de las asociaciones entre actividad física y desempeño académico fueron positivas o no significativas, lo que refuerza la idea de que la Educación Física no solo no perjudica el aprendizaje, sino que puede favorecerlo. Por su parte, el metaanálisis de Lonsdale et al. (2013) aportó evidencia cuantitativa sobre la efectividad de las intervenciones diseñadas para aumentar la actividad física moderada a vigorosa en las clases de Educación Física. Sus hallazgos mostraron que estas estrategias lograron incrementar en un 24% el tiempo dedicado a actividad física intensa durante las sesiones, lo que podría tener un impacto positivo en la salud y el bienestar de los estudiantes.

A pesar de la relevancia de los hallazgos obtenidos, este estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, el análisis se realizó exclusivamente utilizando la base de datos Scopus, lo que podría haber generado un sesgo hacia publicaciones indexadas en esta fuente, limitando la inclusión de

estudios publicados en otras bases de datos como Web of Science o PubMed. Esto puede haber restringido la representatividad de los datos, especialmente en estudios publicados en otros idiomas o en revistas de menor visibilidad en Scopus. Futuros estudios podrían beneficiarse de una búsqueda más amplia e integradora que contemple múltiples fuentes de indexación. En segundo lugar, la búsqueda se centró únicamente en los títulos de las revisiones, lo que podría haber llevado a la exclusión de estudios relevantes cuyos enfoques o términos clave estuvieran reflejados solo en el resumen o en las palabras clave. Para minimizar esta limitación, futuras investigaciones podrían ampliar los criterios de búsqueda a títulos, resúmenes y palabras clave, optimizando la exhaustividad del análisis. Además, aunque la metodología aplicada sigue un enfoque bibliométrico riguroso, la constante evolución de la investigación en Educación Física sugiere la necesidad de actualizaciones periódicas para reflejar nuevas tendencias y cambios en la producción científica. Por último, este estudio se basa en un análisis cuantitativo, lo que permite identificar patrones generales en la producción científica, pero no profundiza en el contenido específico de las investigaciones. La combinación con un análisis cualitativo, que examine en profundidad los enfoques teóricos y metodológicos de las revisiones incluidas, podría proporcionar una visión más completa sobre la evolución y el impacto de este tipo de diseños en el área de la Educación Física.

6. CONCLUSIONES

Los resultados del presente análisis bibliométrico ofrecen una visión integral del desarrollo de las revisiones y del estado actual de la investigación en revisiones sobre Educación Física en el periodo comprendido entre 1996 y 2024. Los resultados muestran un fuerte crecimiento en la producción de revisiones en esta área de investigación, con una tasa de incremento anual del 13,7 % y casi el 70 % de las revisiones publicadas concentradas en los últimos cinco años.

Desde una perspectiva geográfica, la investigación está dominada por países de habla hispana, como España, Chile y Colombia como unos de los países con mayor publicación en esta área. Es posible que la falta

de barreras de idioma y las redes de colaboración internacional hayan tenido un efecto beneficioso en la proliferación de colaboraciones entre estos países.

Por otro lado, el análisis temático identificó tres áreas clave de investigación: la relación entre actividad física y aprendizaje, la inclusión en Educación Física y el impacto de intervenciones físicas en el bienestar de los estudiantes. Estos hallazgos subrayan la relevancia de la Educación Física como disciplina multidisciplinaria con implicaciones relevantes tanto en el ámbito de la salud como en el de la educación.

En definitiva, este estudio de revisión bibliométrica proporciona un mapa detallado del panorama de investigación en revisiones sobre Educación Física, destacando su crecimiento, enfoque temático y redes de colaboración en las últimas décadas.

7. REFERENCIAS

- Acebes Sánchez, J., & Bernal, I. R. (2021). Gamificación y valores: una propuesta transversal motivadora en Educación Física. *Retos*, 43, 336–341.
<https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.85691>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Arroyo-Rojas, F., & Hodge, S. R. (2024). Phenomenological Research Involving Students with Disabilities in Physical Education: A Systematic Literature Review. *Quest*, 76(2), 135–153.
<https://doi.org/10.1080/00336297.2023.2206579>
- Arufe-Giráldez, V., Sanmiguel-Rodríguez, A., Ramos-Álvarez, O., & Navarro-Patón, R. (2022). Gamification in Physical Education: A Systematic Review. *Education Sciences*, 12(8), 1–20.
<https://doi.org/10.3390/educsci12080540>
- Bailey, R. (2006). Physical education and sport in schools: A review of benefits and outcomes. *Journal of School Health*, 76(8), 397–401.
<https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.2006.00132.x>
- Bores-García, D., Hortigüela-Alcalá, D., Fernandez-Rio, F. J., González-Calvo, G., & Barba-Martín, R. (2021). Research on Cooperative Learning in Physical Education: Systematic Review of the Last Five Years. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 92(1), 146–155.
<https://doi.org/10.1080/02701367.2020.1719276>

- Coimbra, D. R., Dominski, F. H., Correia, C. K., & Andrade, A. (2019). Scientific production in sports science journals: Bibliometric analysis. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 25(1), 88–93.
<https://doi.org/10.1590/1517-869220192501208554>
- Ding, D., Del Pozo Cruz, B., Green, M. A., & Bauman, A. E. (2020). Is the COVID-19 lockdown nudging people to be more active: A big data analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 54(20), 2019–2020.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102575>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133(April), 285–296.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Ellegaard, O., & Wallin, J. A. (2015). The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact? *Scientometrics*, 105(3), 1809–1831.
<https://doi.org/10.1007/s11192-015-1645-z>
- Feng, X. W., Hadizadeh, M., Zheng, L. H., & Li, W. H. (2022). A Bibliometric and Visual Analysis of Exercise Intervention Publications for Alzheimer’s Disease (1998–2021). *Journal of Clinical Medicine*, 11(19).
<https://doi.org/10.3390/jcm11195903>
- Filgueira, T. O., Castoldi, A., Santos, L. E. R., de Amorim, G. J., de Sousa Fernandes, M. S., Anastácio, W. de L. do N., Campos, E. Z., Santos, T. M., & Souto, F. O. (2021). The Relevance of a Physical Active Lifestyle and Physical Fitness on Immune Defense: Mitigating Disease Burden, With Focus on COVID-19 Consequences. *Frontiers in Immunology*, 12(February), 1–23. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.587146>
- Gámez-Calvo, L., Gamonales, J. M., Hernández-Beltrán, V., & Muñoz-Jiménez, J. (2024). Bibliometric analysis of studies on attitudes towards disability and inclusion in physical education teachers. *Retos*, 54, 188–197.
<https://doi.org/10.47197/RETOS.V54.102984>
- García-Hermoso, A., Ramírez-Vélez, R., Lubans, D. R., & Izquierdo, M. (2021). Effects of physical education interventions on cognition and academic performance outcomes in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 55(21), 1224–1232. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104112>
- Hickingbotham, M., Wong, C., & Bowling, A. (2021). Barriers and facilitators to physical education, sport, and physical activity program participation among children and adolescents with psychiatric disorders: a systematic review. *Transl Behav Med*, 11(9), 1739–1750.
<https://doi.org/10.1093/tbm/ibab085>
- Hutzler, Y., & Chores, N. (2023). Preparing physical education teachers for the inclusions of children with disabilities through online courses: A scoping review. *European Journal of Special Needs Education*, 39(3), 383–398.
<https://doi.org/10.1080/08856257.2023.2216574>

- Khatra, O., Shadgan, A., Taunton, J., Pakravan, A., & Shadgan, B. (2021). A Bibliometric Analysis of the Top Cited Articles in Sports and Exercise Medicine. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/10.1177/2325967120969902>
- Lesser, I. A., & Nienhuis, C. P. (2020). The impact of COVID-19 on physical activity behavior and well-being. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 1–12.
- Lonsdale, C., Rosenkranz, R. R., Peralta, L. R., Bennie, A., Fahey, P., & Lubans, D. R. (2013). A systematic review and meta-analysis of interventions designed to increase moderate-to-vigorous physical activity in school physical education lessons. *Preventive Medicine*, 56(2), 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2012.12.004>
- Memon, A. R., Vandelandotte, C., Olds, T., Duncan, M. J., & Vincent, G. E. (2020). Research Combining Physical Activity and Sleep: A Bibliometric Analysis. *Perceptual and Motor Skills*, 127(1), 154–181. <https://doi.org/10.1177/0031512519889780>
- Mihajlovic, C. (2017). Pedagogies for inclusion in finnish PE: The teachers' perspective. *European Journal of Adapted Physical Activity*, 10(2), 36–49. <https://doi.org/10.5507/euj.2017.009>
- Mokmin, N. A. B. M., & Rassy, R. P. (2022). Augmented Reality Technology for Learning Physical Education on Students with Learning Disabilities: A Systematic Literature Review. *International Journal of Special Education*, 37(1), 99–111. <https://doi.org/10.52291/ijse.2022.37.30>
- Østerlie, O., Sargent, J., Killian, C., Garcia-Jaen, M., García-Martínez, S., & Ferriz-Valero, A. (2023). Flipped learning in physical education: A scoping review. *European Physical Education Review*, 29(1), 125–144. <https://doi.org/10.1177/1356336X221120939>
- Ramires, V. V., dos Santos, P. C., Filho, V. C. B., da Silva Bandeira, A., Tenório, M. C. M., de Camargo, E. M., de Paula Ravagnani, F. C., Sandreschi, P., de Oliveira, V. J. M., Hallal, P. C., & Silva, K. S. (2023). Physical Education for Health Among School-Aged Children and Adolescents: A Scoping Review of Reviews. *Journal of Physical Activity and Health*, 20(7), 586–599. <https://doi.org/10.1123/jpah.2022-0395>
- Rasberry, C. N., Lee, S. M., Robin, L., Laris, B. A., Russell, L. A., Coyle, K. K., & Nihiser, A. J. (2011). The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance: A systematic review of the literature. *Preventive Medicine*, 52(SUPPL.), S10–S20. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.027>
- Sallis, R., Young, D. R., Tartof, S. Y., Sallis, J. F., Sall, J., Li, Q., Smith, G. N., & Cohen, D. A. (2021). Physical inactivity is associated with a higher risk for severe COVID-19 outcomes: A study in 48 440 adult patients. *British Journal of Sports Medicine*, 55(19), 1099–1105. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104080>

- Singh, V. K., Singh, P., Karmakar, M., Leta, J., & Mayr, P. (2021). The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. *Scientometrics*, 126(6), 5113–5142. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-03948-5>
- Stratton, G. (1996). Children's heart rates during physical education lessons: A review. *Pediatric Exercise Science*, 8(3), 215–233. <https://doi.org/10.1123/pes.8.3.215>
- Thorjussen, I. M. (2021). Social inclusion in multi-ethnic physical education classes: Contextualized understandings of how social relations influence female students' experiences of inclusion and exclusion. *European Physical Education Review*, 27(2), 384–400. <https://doi.org/10.1177/1356336X20946347>
- Tristani, L., Tomasone, J., Gainforth, H., & Bassett-Gunter, R. (2021). Taking Steps to Inclusion: A Content Analysis of a Resource Aimed to Support Teachers in Delivering Inclusive Physical Education. *International Journal of Disability, Development and Education*, 68(1), 116–135. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2019.1662890>
- Wang, C., Omar Dev, R. D., Soh, K. G., Mohd Nasiruddin, N. J., Yuan, Y., & Ji, X. (2023). Blended learning in physical education: A systematic review. *Frontiers in Public Health*, 11(1). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1073423>
- Wang, H., Fang, Y., Zhang, Y., & Zou, H. (2024). Effects of School Physical Education on the Exercise Habits of Children and Adolescents: An Empirical Analysis Using China Health and Nutrition Survey Data. *J Sch Health.*, 94(1), 23–36. <https://doi.org/10.1111/josh.13391>
- Zhou, T. (2024). The role of pre-service physical education teachers in physical education – A bibliometric and systematic review. *Heliyon*, 10(7), e28702. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28702>

¿ES CAPAZ LA ACTIVIDAD FÍSICA DE MODULAR POSITIVAMENTE LA ANSIEDAD Y EL ESTRÉS EN ADOLESCENTES ESCOLARIZADOS?

FREDERICO CAMAROTTI JÚNIOR

*Programa de Posgrado em Educação Física de la Universidad
Federal de Pernambuco, Brasil*

PEDRO PINHEIRO PAES

*Programa de Posgrado em Educação Física de la Universidad
Federal de Pernambuco, Brasil*

JUAN-JOSÉ MIJARRA-MURILLO

*Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional,
Rehabilitación y Medicina Física de la Universidad Rey Juan Carlos, España*

1. INTRODUCCIÓN

En 2015, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) lanzaron los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con el fin de impulsar mejoras significativas en las condiciones de vida en todo el mundo. Entre ellos, el tercer objetivo -salud y bienestar- busca garantizar una vida saludable para todas las edades, incorporando tanto los aspectos físicos como mentales de la salud. Este objetivo también hace hincapié en las acciones preventivas contra las enfermedades infecciosas y las enfermedades crónicas no transmisibles (OPS/OMS, 2018).

Entre los comportamientos sociales que más influyen en la salud general de un individuo, se destaca la actividad física, especialmente durante la adolescencia, una etapa crítica del desarrollo (Júnior, Paiano & dos Santos, 2020). Los datos de un estudio realizado con adolescentes brasileños de entre 14 y 18 años indicaron que el 48,6% de los jóvenes eran físicamente inactivos, siendo esta prevalencia mayor entre las chicas (da Silva et al., 2018). El American College of Sports Medicine

(ACSM) recomienda que niños y adolescentes acumulen al menos 300 minutos semanales de actividad física, preferentemente aeróbica, con intensidad moderada o vigorosa (Bayles, 2023).

En el mismo sentido, la Guía de Actividad Física para la Población Brasileña (Brasil, 2021) recomienda que este público realice 60 minutos de actividad física por día. Estas recomendaciones tienen como objetivo promover la salud integral, actuando positivamente en diversos dominios del bienestar. Conceptualmente, la actividad física se define como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que resulta en un gasto energético por encima de los niveles de reposo (Sharif et al., 2018).

Sin embargo, en la actualidad se observa un creciente y continuo aumento en el uso de diferentes recursos tecnológicos por parte de niños y jóvenes, incluyendo tanto a niños como a adolescentes. Este fenómeno, que se intensifica cada año, está directamente relacionado con el preocupante aumento del sedentarismo en este sector de la población, tal y como señalan Luciano y colaboradores (2016).

Fuera del contexto escolar, es decir, durante el ocio o el tiempo libre, es bastante habitual que estos jóvenes pasen una parte importante de sus horas diarias utilizando dispositivos electrónicos como smartphones, videoconsolas y televisores, que acaban sustituyendo a prácticas más activas que implican movimiento corporal.

La obesidad infantil sigue siendo una preocupación mundial creciente, con tasas de aumento alarmantes en los últimos años. Un estudio publicado en *The Lancet* revela que en 2050 más de un tercio de los niños y adolescentes de todo el mundo tendrán sobrepeso o serán obesos, lo que supondrá un total aproximado de 746 millones de jóvenes (Kerr et al., 2025). Este crecimiento se atribuye a factores como las dietas ricas en alimentos ultraprocesados, el sedentarismo y la falta de políticas públicas eficaces para promover hábitos saludables (Kerr et al., 2025).

La literatura científica muestra que este comportamiento, de menos actividad física, está asociado a daños físicos y mentales, incluyendo el aumento de los niveles de estrés, así como la reducción del tiempo para la actividad física (Viner et al., 2019). Cabe señalar que el estrés durante la

adolescencia también puede verse intensificado por los cambios fisiológicos y emocionales característicos de esta etapa (Hoefelmann et al., 2014).

Varios estudios han demostrado que existe una relación inversa entre el nivel de actividad física y el riesgo de enfermedades mentales en los adolescentes, como la depresión, la ansiedad y el estrés (Chekroud et al., 2018; Kim et al., 2019; Recchia et al., 2023). En otras palabras, cuanto más ejercicio físico practican con regularidad, menos probabilidades tienen de experimentar síntomas de angustia mental (Junior, Paiano & Costa, 2020).

Sin embargo, los estudios demuestran que la gran mayoría de los adolescentes de todo el mundo no alcanzan este nivel mínimo de actividad, lo que agrava la vulnerabilidad emocional entre los jóvenes (Guthold et al., 2020). Fomentar el ejercicio en la rutina escolar y familiar puede ser una estrategia eficaz para prevenir los problemas de salud mental en este grupo de edad.

La actividad física contribuye a la liberación de neurotransmisores como las endorfinas, la dopamina y la serotonina, sustancias que mejoran el estado de ánimo, aumentan la sensación de bienestar y ayudan a controlar la ansiedad. Además, la participación en deportes de equipo también refuerza los vínculos sociales y el sentimiento de pertenencia, lo que resulta especialmente beneficioso durante la adolescência (Chekroud et al., 2018; Kim et al., 2019; Recchia et al., 2023).

Por otro lado, los adolescentes físicamente inactivos corren un mayor riesgo de desarrollar trastornos mentales, especialmente en contextos de aislamiento social, como el vivido durante la pandemia de COVID-19 (Botero et al., 2021). La falta de movimiento se asocia a un aumento de síntomas como la irritabilidad, la fatiga mental, el insomnio y la baja autoestima.

Diversas evidencias científicas indican que la actividad física desempeña un papel significativo en la modulación del estrés, pudiendo influir positiva o negativamente en los niveles percibidos de este estado psicoemocional, dependiendo de la frecuencia, intensidad y tipo de ejercicio practicado (Oliveira et al., 2018). Aunque Kredlow et al. (2015) observaron efectos reducidos de la actividad física en la reducción del

estrés, Oliveira et al. (2018) enfatizaron que ser físicamente activo no garantiza por sí mismo la disminución de los niveles de estrés.

Por otro lado, la literatura muestra la eficacia de las intervenciones estructuradas con ejercicio físico para hacer frente a los problemas de salud mental, especialmente entre los adolescentes. Un ejemplo es el estudio realizado por Santiago et al. (2022), que implementaron un programa de entrenamiento de fuerza con este grupo. Los resultados de la intervención mostraron que los adolescentes que participaron regularmente en las sesiones de ejercicio físico mostraron una reducción significativa de los niveles de estrés, en comparación con sus compañeros que no realizaron ninguna actividad física durante el mismo período.

Esto refuerza la hipótesis de que la práctica sistemática de ejercicio físico puede representar una herramienta eficaz y accesible para mitigar los problemas psicoemocionales en la adolescencia. Además, señalan la necesidad de considerar dichas prácticas como parte integral de las estrategias de promoción de la salud mental en contextos escolares y comunitarios, contribuyendo así al equilibrio emocional y al bienestar general de los jóvenes.

El estrés, a su vez, se entiende como una respuesta psicofisiológica del organismo a diferentes demandas ambientales, sociales y emocionales. Cuando se encuentra en niveles elevados o persistentes, puede perjudicar la salud mental y física, poniendo en riesgo el rendimiento escolar, el equilibrio emocional y la calidad de vida (Barros et al., 2019). En un estudio con adolescentes de entre 10 y 19 años, Gomes et al. (2017) encontraron una asociación entre altos niveles de estrés y síntomas de ansiedad, especialmente en el grupo de 15 a 19 años.

Entre las variables psicológicas con mayor impacto durante la adolescencia, la ansiedad destaca porque implica sentimientos de preocupación excesiva, irritabilidad, dificultad para concentrarse y aumento del estrés, afectando directamente a las rutinas escolares, sociales y personales de los individuos (American Psychiatric Association, 2014).

En los últimos años, ha habido un aumento significativo en las tasas de trastornos mentales entre los jóvenes, como la ansiedad, el estrés y la depresión (OPS/OMS, 2018). En Brasil, el 9,3% de la población tiene

trastornos de ansiedad, y la depresión es la principal causa de muerte entre los jóvenes de 15 a 29 años (OPS/OMS, 2018). Lopes et al. (2016) advierten que a medida que los jóvenes se acercan a la edad adulta, aumentan los riesgos de cambios negativos en la salud mental. Además, Costa et al. (2021) descubrieron que los adolescentes con niveles más bajos de actividad física tenían niveles más altos de ansiedad y estrés.

Varios estudios han demostrado que la práctica regular de actividad física contribuye significativamente al desarrollo de la autoestima, a la mejora de la calidad de vida y al mejor rendimiento académico, actuando como factor protector frente a los trastornos mentales más recurrentes en los jóvenes, como la ansiedad y el estrés (Júnior, Paiano & Costa, 2020). Estos factores, además de tener un impacto directo en el bienestar psicológico, tienen importantes implicaciones en la adaptación social y el comportamiento general de los adolescentes (Al-Rasheed & Ibrahim, 2020).

En una investigación realizada en el nordeste de Brasil, se constató que una proporción considerable de la población adolescente, aproximadamente 30% de los individuos evaluados, presentaba signos compatibles con síntomas de trastornos psicológicos, según informaron De Carvalho Silva et al. (2024). Esta cifra significativa muestra no sólo la alta prevalencia de trastornos entre los jóvenes de esta localidad, sino que también llama la atención sobre las amplias y profundas consecuencias que pueden tener en el desarrollo emocional, social y académico de niños y adolescentes.

Ante este preocupante panorama, es imperativo formular e implementar estrategias efectivas e integrales dirigidas tanto a la prevención como al tratamiento adecuado de los problemas de salud mental, con el fin de mitigar sus efectos negativos y promover el bienestar integral de esta población vulnerable.

A la luz de las evidencias actualmente disponibles en la literatura científica, se observa que aún existe un vacío significativo en el conocimiento profundo y consistente de la relación entre los niveles de actividad física y los indicadores de salud mental como el estrés y la ansiedad, específicamente entre los jóvenes. Aunque existen pruebas que

apuntan a una posible asociación beneficiosa entre la práctica regular de actividad física y una reducción de los síntomas relacionados con el estrés y la ansiedad, esta relación necesita una investigación más sólida que tenga en cuenta las múltiples variables implicadas en este contexto.

Se hipotetiza que mayores niveles de implicación en prácticas corporales y ejercicio físico estarían positivamente correlacionados con la atenuación de estos estados emocionales negativos. Esto refuerza la importancia de desarrollar estudios que aborden esta cuestión de forma integrada, contextualizada y sensible a las particularidades de la experiencia juvenil, con el fin de esclarecer los mecanismos de esta interacción y orientar intervenciones eficaces en el ámbito de la promoción de la salud mental.

2. OBJETIVOS

Verificar la asociación entre el nivel de actividad física, la ansiedad y el estrés en adolescentes escolares.

3. METODOLOGÍA

Se trató de un estudio observacional, transversal, cuantitativo y descriptivo. Fueron reclutados 525 adolescentes, de los cuales 178 no aceptaron participar en el estudio, y de los 347 restantes, 65 fueron excluidos con base en los criterios de elegibilidad, resultando en una muestra final de 282 alumnos.

Se recogieron datos de 282 alumnos adolescentes de una escuela pública del municipio de Recife, Pernambuco, Brasil. Para ser incluidos en la muestra, tenían que estar matriculados en la escuela, tener entre 14 y 19 años y asistir regularmente a clase. Una vez incluidos, serían excluidos si tuvieran alguna discapacidad física o cognitiva, utilizaran medicación ansiolítica, antidepresiva o inductora del sueño, o faltaran a alguna de las etapas de la investigación.

El proceso de aproximación a la institución educativa comenzó con una llamada telefónica preliminar al equipo directivo del centro, con el fin de presentar inicialmente los objetivos generales y la relevancia de la investigación. El objetivo principal de esta comunicación era solicitar

una cita para una visita presencial. En el momento de la visita, se proporcionó información más detallada sobre la naturaleza del estudio, sus procedimientos metodológicos, los criterios éticos y los beneficios potenciales para la comunidad escolar. La explicación fue dirigida a la coordinación pedagógica y al cuerpo docente, con el objetivo de obtener la autorización institucional necesaria para realizar la investigación en el ambiente escolar, respetando las directrices administrativas y educativas de la unidad.

En la segunda visita, se mantuvo una conversación con las clases participantes, en la que se informó a los alumnos sobre el proceso de recogida de datos, incluidos los posibles riesgos y beneficios que conllevaba el proyecto. A continuación, se seleccionó a los voluntarios de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. Al mismo tiempo, se distribuyó el Formulario de Consentimiento Libre e Informado (FICF) a los tutores y el Formulario de Asentimiento Libre e Informado (FASF) a los alumnos. En un tercer punto de la escuela, se recogieron los formularios debidamente firmados y se administraron los cuestionarios con la debida mediación y orientación del evaluador responsable.

Para caracterizar la muestra, se midió la masa corporal (en kilogramos) con una balanza portátil (modelo PL200, Filizola S.A., São Paulo, Brasil), con precisión de 0,1 kg, y la estatura (en centímetros) con un estadiómetro portátil profesional (Sanny, São Paulo, Brasil), con precisión de 0,1 cm. A partir de estos datos, se calculará el índice de masa corporal (IMC) de cada participante mediante la fórmula: masa corporal dividida por la altura al cuadrado (kg/m^2).

Para medir el nivel de actividad física de los participantes se utilizó el cuestionario IPAQ. El IPAQ tiene en cuenta la marcha, la actividad física de intensidad moderada y la actividad física de intensidad vigorosa. En todas las preguntas de este instrumento, sólo se analizan las respuestas con actividad física de al menos 10 minutos, descartando las supuestas respuestas por debajo de este valor. Para los análisis, se ha optado por trabajar con puntuaciones continuas.

Así, se registraron valores en METs.minutos/semana para cada una de las dimensiones de actividad física evaluadas (caminar, actividades de

intensidad moderada y vigorosa), multiplicando la frecuencia (días/semana), el tiempo (minutos/día) y la intensidad (METs) correspondientes a cada una de las dimensiones. El volumen de actividad semanal se calculó sumando el producto obtenido de cada una de estas multiplicaciones. Los datos se procesaron de acuerdo con las recomendaciones sugeridas por el grupo de revisión científica del IPAQ. Este cuestionario fue validado para adolescentes por Guedes, Lopes y Guedes (2005).

Para evaluar las variables de Ansiedad y Estrés se utilizó la Escala de Ansiedad, Depresión y Estrés-21 (DASS-21), adaptada y validada para el portugués brasileño por Vignola (2013) y validada para adolescentes por Silva et al. (2016). El DASS-21 es una escala de autoinforme que contiene un conjunto de tres subescalas tipo Likert de cuatro puntos (0, 1, 2 y 3).

Cada subescala del DASS consta de siete ítems destinados a evaluar los estados emocionales de ansiedad, estrés y depresión. El individuo marcaba qué afirmación se le había aplicado durante la última semana. Había cuatro respuestas posibles en términos de gravedad o frecuencia, organizadas en una escala de 0 a 3. El resultado se obtenía sumando las puntuaciones de los ítems de cada una de las tres subescalas, destacando que las puntuaciones obtenidas en el DASS-21 debían multiplicarse por dos para calcular la puntuación final y aplicar el punto de corte.

Este estudio es una parte específica de un proyecto de investigación más amplio titulado “Nivel de actividad física, composición corporal, maduración biológica, ansiedad, estrés, depresión y cognición en adolescentes de la ciudad de Recife”. Este proyecto matriz fue debidamente sometido al Comité de Ética en Investigación (CEP) vinculado al Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad Federal de Pernambuco (UFPE), y fue aprobado según el dictamen fundamentado número 5.356.989.

Cabe destacar que todas las etapas del estudio siguieron estrictamente los principios éticos establecidos por la Resolución 466/12 del Consejo Nacional de Salud (CNS), que regula la investigación con seres humanos en Brasil. Esto garantizó el respeto a la dignidad, integridad y derechos de los participantes involucrados en la investigación científica.

Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva (media $\pm$ varianza). Se utilizó la prueba de Shapiro Wilk para verificar el nivel de

normalidad. Los datos se analizaron con una tabla de contingencia y la prueba de Chi cuadrado (χ^2) para observar la asociación entre las variables. Los análisis se realizaron con el programa SPSS 20.0 (Statistical Package for the Social Science), con un nivel de significación de $p>0,05$.

4. RESULTADOS

Como se muestra en la Tabla 1, la muestra del estudio estaba formada por 282 adolescentes, de los cuales 144 eran mujeres (51%) y 138 hombres (49%). La edad media de los participantes era de $16,40 \pm 1,00$ años, con una altura media de $1,68 \pm 0,08$ m, un peso medio de $65,30 \pm 18,10$ kg y un índice de masa corporal (IMC) medio de $23,10 \pm 5,60$ kg/m². Al considerar los datos por sexo, las chicas tenían un peso medio de $62,30 \pm 16,80$ kg y un IMC medio de $23,50 \pm 5,79$ kg/m², mientras que los chicos tenían un peso medio de $68,60 \pm 18,90$ kg y un IMC medio de $22,60 \pm 5,37$ kg/m².

TABLA 1 - Descripción de las variables antropométricas (edad, estatura, masa, IMC)

Variables	Muestra total Feminino Masculino		
	Media $\pm$ dp(n=282)	Media $\pm$ dp(n= 144)	Media $\pm$ dp(n=138)
Edad (años)	16,40 $\pm$ 1,00	16,30 $\pm$ 1,04	16,40 $\pm$ 0,95
Estatura (cm)	1,68 $\pm$ 0,08	1,62 $\pm$ 0,06	1,74 $\pm$ 0,06
Masa (kg)	65,30 $\pm$ 18,10	62,3 $\pm$ 16,8	68,60 $\pm$ 18,9
IMC (kg/m2)	23,10 $\pm$ 5,60	23,50 $\pm$ 5,79	22,60 $\pm$ 5,37

La tabla 2 muestra una asociación estadísticamente significativa en la prueba de comparación entre los niveles de actividad física y los síntomas de ansiedad ($p>0,02$; $X^2=14,879$).

TABLA 2: *Relación entre niveles de Actividad Física y nivel de Ansiedad*

	Nivel ansiedad			
Nivel AF	Leve	Moderado	Muy Grave	Normal
Muy activo	12	24	35	37
Activo	3	19	45	14
Insuficientemente activo	9	21	43	21

* $p < 0,05$; Nivel AF = Nivel de Actividad Física

La Tabla 3 muestra una diferencia estadísticamente significativa en la prueba de comparación entre los niveles de actividad física y los síntomas de estrés percibido ($p > 0,001$; $X^2 = 21,561$).

TABLA 3: *Relación entre niveles de Actividad Física y Estrés*

	Estrés			
Nivel AF	Leve	Moderado	Muy Grave	Normal
Muy Activo	10	16	23	59
Activo	9	11	40	21
Insuficientemente activo	11	16	27	40

* $p > 0,05$; Nivel AF = Nivel de Actividad Física

5. DISCUSIÓN

El objetivo de esta investigación fue verificar la asociación entre el nivel de actividad física y la ansiedad y el estrés en adolescentes escolares. A partir de los resultados, de acuerdo con la literatura, la actividad física contribuyó directamente al mantenimiento de la salud mental de los adolescentes, actuando directamente sobre los síntomas de ansiedad y estrés, siendo relevante en el escenario actual de la sociedad, en la que el aumento de las enfermedades psicosomáticas ha sido cada vez más común y en individuos más jóvenes.

En este mismo contexto, la revisión de Carter et al. (2021), que analizó los efectos de la actividad física sobre los niveles de ansiedad en los jóvenes, realizó importantes aportaciones para comprender esta relación. Los autores destacaron que el aumento de la frecuencia y regularidad de la actividad física podría representar una estrategia de

intervención muy relevante y prometedora para hacer frente a los síntomas ansiosos que afectan a los niños. Según los hallazgos presentados, la incorporación de la actividad física a la vida cotidiana de los niños no sólo favorece su bienestar físico, sino que también tiene un impacto positivo en su salud mental, contribuyendo significativamente a la reducción de la ansiedad.

Estas evidencias refuerzan el papel de la actividad física como recurso terapéutico complementario que debe ser tenido muy en cuenta en las políticas de promoción de la salud y en el desarrollo de programas dirigidos a la infancia.

La infancia y adolescencia representan fases cruciales y complejas del ciclo vital humano, caracterizada por intensas transformaciones fisiológicas, psicológicas y conductuales. El crecimiento y el desarrollo en este período no se producen de forma aislada ni lineal, sino como procesos multifactoriales y dinámicos, en los que influyen simultáneamente los cambios biológicos propios de la edad y los hábitos adoptados en la vida cotidiana de los niños, como destacan Wick, Kriemler & Granacher (2022).

Además, se trata de una etapa de la vida especialmente sensible y prometedora, en la que la neuroplasticidad, es decir, la capacidad de adaptación del sistema nervioso central, se encuentra en su punto álgido, permitiendo la adquisición y mejora de un amplio abanico de habilidades, tanto físicas como emocionales. En este contexto, la actividad física emerge como un elemento de fundamental importancia, desempeñando un papel estructurante en el desarrollo integral del niño, como destacan Jaakkola et al. (2019), al contribuir no solo a la mejora motora y funcional, sino también al fortalecimiento de la salud mental y emocional.

En consonancia con los resultados encontrados, Bezerra et al. (2019) en un estudio con 116 estudiantes del sistema escolar estatal indicaron que el 69% de los estudiantes no presentaban rasgos de ansiedad, el 75% de ellos no tenían estrés y que la mayoría de estos individuos realizaban actividad física (51,7%).

Además, McDowell y Macdonncha (2017) con 481 estudiantes irlandeses informaron que aproximadamente el 21% de la muestra tenía

ansiedad de rasgo alta, en la que los síntomas más bajos de ansiedad y depresión se informaron para individuos con mayores niveles de actividad física. En cuanto al estrés, Oliveira et al. (2019) informaron en un estudio de 195 escolares de 16 a 24 años en Teresina/PI, Brasil, que los estudiantes tenían un nivel de estrés de 34,8% Resistencia, 36,9% Agotamiento y 26,6% sin estrés.

El uso de la tecnología, cada vez más intensificado por las nuevas generaciones de la población y la acomodación proporcionada por el uso de pantallas, está causando bajos niveles de actividad física, especialmente en adolescentes (Guerra, Farias, Florindo, 2016). Según Hallal et al. (2010), los adolescentes brasileños que pasan cerca de dos horas o más expuestos a pantallas tienen una baja prevalencia de niveles de actividad física, especialmente las mujeres (Hallal et al., 2010; Cureau et al., 2016).

Los cambios biológicos descritos anteriormente encajan en el concepto de síndrome metabólico, un conjunto de factores de riesgo que se manifiestan mayoritariamente en individuos sedentarios, y que a menudo conducen a enfermedades, como las psicosociales, que pueden afectar directamente a su calidad de sueño (Cook, 2004).

A pesar de los beneficios de la actividad física en esta etapa de la vida, Gomes et al. (2017), encontraron una prevalencia de síntomas psicosociales en un estudio con 309 adolescentes que practicaban deporte, de forma que el 28,2% de la muestra presentaba mala calidad del sueño, el 26,9% síntomas de depresión y el 40% síntomas de ansiedad y estrés, por lo que los síntomas psicológicos son factores que contribuyen directamente a la mala calidad del sueño y al empeoramiento del bienestar emocional, de igual forma los estudios indican que la práctica de actividad física acaba beneficiando la salud mental y combatiendo los síntomas de ansiedad, estrés y depresión. (Costa et al, 2021; Tang, 2021; Mello, Fernandez, Tufik, 2000).

Costa et al. (2021) indicaron en su investigación que los jóvenes con altos índices de inactividad física son más propensos a tener altos niveles de ansiedad. En concordancia con los hallazgos de este estudio, una investigación con estudiantes en India también mostró una asociación inversa entre los niveles de actividad física y ansiedad, mientras uno aumenta el

otro disminuye y viceversa (Ghrouz et al., 2019). Un análisis de Campos et al. (2019) mostró que los jóvenes más activos eran los que más información tenían sobre los beneficios de la actividad física para la salud.

Se sabe que la infancia y la adolescencia son fases críticas del desarrollo humano, con diversos cambios fisiológicos y conductuales que repercuten directamente en etapas posteriores de la vida; estas transformaciones durante este periodo moldean la salud, la capacidad física y la inteligencia emocional (Santrock, 2014). Contribuyendo a la afirmación anterior, Meeusen y Meirleir (1995), reportan que la actividad física promueve cambios positivos en los neurotransmisores, noradrenalina y serotonina, combatiendo y ayudando así a la rehabilitación de individuos con síntomas depresivos y/o trastornos psicológicos.

Un aspecto relevante destacado por un análisis realizado en un municipio brasileño se refiere a la asociación entre el nivel de conocimiento de los adolescentes sobre los beneficios de la actividad física para la salud mental y sus respectivos niveles de compromiso con la actividad física. El estudio indicó que los jóvenes más activos físicamente eran, en su mayoría, los que tenían una mayor comprensión de las contribuciones de la actividad física al bienestar psicológico, emocional y cognitivo (Campos et al., 2019). Este hallazgo refuerza la relevancia de las estrategias educativas dirigidas a promover el conocimiento sobre los impactos positivos de la actividad física regular, especialmente en lo que respecta a la salud mental.

En este contexto, se destaca la importancia de formular e implementar políticas públicas efectivas, establecer alianzas con el sector privado e implementar intervenciones multidimensionales dirigidas no solo a incentivar la práctica de actividad física, sino también a informar, concientizar y empoderar a los adolescentes sobre los innumerables beneficios que esta práctica puede proporcionar.

Estas acciones, cuando son bien conducidas, tienen el potencial de promover cambios de comportamiento duraderos, contribuyendo significativamente a mejorar la calidad de vida y la salud mental de esta población (Campos et al., 2019). Por lo tanto, es fundamental destacar la

necesidad de nuevas investigaciones científicas que aborden esta cuestión de forma más amplia, sistemática y representativa.

Para ello, es fundamental que estos estudios cuenten con muestras más amplias y heterogéneas, que abarquen diferentes contextos socioculturales y regiones geográficas del país, tanto a nivel regional como nacional. Cabe destacar la importancia de los diseños longitudinales y experimentales, ya que estos modelos de investigación permiten conocer con mayor profundidad la evolución y desarrollo del problema a lo largo del tiempo, así como establecer relaciones causa-efecto con mayor precisión.

Los conocimientos generados por estas investigaciones pueden servir de base sólida y fiable para la formulación de directrices y políticas de salud pública, así como para la creación de estrategias prácticas de intervención que resulten eficaces y sostenibles a la hora de abordar esta realidad compleja y polifacética que afecta a diferentes partes de la población a escala mundial.

Este estudio tiene algunas limitaciones que deben tenerse en cuenta. Su carácter transversal no permite establecer relaciones causales, sólo asociaciones. Los datos fueron recolectados por medio de cuestionarios, lo que los hace susceptibles a la subjetividad de los encuestados, especialmente por tratarse de una población adolescente.

Además, la muestra consistió exclusivamente en alumnos de una escuela pública localizada en la ciudad de Recife, en el estado de Pernambuco, lo que restringe la posibilidad de generalizar los hallazgos a otras regiones del país, debido a la diversidad sociocultural presentada. Cabe señalar que Brasil se caracteriza por marcadas desigualdades socioeconómicas y una amplia diversidad regional en términos de hábitos cotidianos, factores que pueden influir significativamente en los resultados relacionados con las variables investigadas.

6. CONCLUSIONES

La práctica de actividad física desempeña un papel fundamental en la preservación de la salud mental de los adolescentes, actuando directamente en la reducción de los síntomas de ansiedad y estrés. Se trata de

una herramienta relevante en el contexto de la sociedad actual, marcada por el continuo crecimiento de las enfermedades psicosomáticas entre niños y adolescentes.

Por ello, futuros estudios deberán no sólo analizar y asociar la actividad física con la salud mental de niños y adolescentes, sino también analizar los hábitos y horarios de actividad física que puedan influir directa o indirectamente en los factores psicológicos, así como prestar atención a otros aspectos como el sueño y la alimentación, que junto con la actividad física conforman una tríada de buenos hábitos para un buen desarrollo en la juventud y una mejor calidad de vida en las siguientes etapas de la vida.

7. REFERENCIAS

- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION et al. DSM-5: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais. Artmed Editora, 2014.
- Al-Rasheed, A. S., & Ibrahim, A. I. (2020). Does the poor sleep quality affect the physical activity level, postural stability, and isometric muscle strength in Saudi adolescents? A comparative study. *Saudi Medical Journal*, 41(1), 94. <https://doi.org/10.15537/smj.2020.1.24761>
- Bayles, M. P. (2023). *ACSM's exercise testing and prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Barros, M. B. D. A., Lima, M. G., Ceolim, M. F., Zancanella, E., & Cardoso, T. A. M. D. O. (2019). Qualidade do sono, saúde e bem-estar em estudo de base populacional. *Revista de saúde pública*, 53, 82. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2019053001067>
- Bezerra, M. A. A., Julião, J. F., de Oliveira Bezerra, G. G., Lopes, C. R., & Bottcher, L. B. (2019). Ansiedade, estresse e níveis de atividade física em escolares. *Revista Interdisciplinar Encontro das Ciências-RIEC* | ISSN: 2595-0959, 2(1), 462-475.
- Botero, J. P., Farah, B. Q., Correia, M. D. A., Lofrano-Prado, M. C., Cucato, G. G., Shumate, G.,... & Prado, W. L. D. (2021). Impact of the COVID-19 pandemic stay at home order and social isolation on physical activity levels and sedentary behavior in Brazilian adults. *Einstein (São Paulo)*, 19, eAE6156. https://doi.org/10.31744/einstein_journal/2021AE6156
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Guia de Atividade Física para a População Brasileira. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção Primária à Saúde, Departamento de Promoção da Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2021. 54 p.: il. Acesso em: 05/01/2024.

- Campos, C. G., Muniz, L. A., Belo, V. S., Romano, M. C. C., & Lima, M. D. C. (2019). Conhecimento de adolescentes acerca dos benefícios do exercício físico para a saúde mental. *Ciência & Saúde Coletiva*, 24(8), 2951-2958. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018248.17982017>
- Carter, T., Pascoe, M., Bastounis, A., Morres, I. D., Callaghan, P., & Parker, A. G. (2021). The effect of physical activity on anxiety in children and young people: a systematic review and meta-analysis. *Journal of affective disorders*, 285, 10-21. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.02.026>
- Chekroud, S. R., Gueorguieva, R., Zheutlin, A. B., Paulus, M., Krumholz, H. M., Krystal, J. H., & Chekroud, A. M. (2018). Association between physical exercise and mental health in 1· 2 million individuals in the USA between 2011 and 2015: a cross-sectional study. *The lancet psychiatry*, 5(9), 739-746. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(18\)30227-X](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(18)30227-X)
- Cook, S. (2004). The metabolic syndrome: antecedent of adult cardiovascular disease in pediatrics. *The Journal of pediatrics*, 145(4), 427-430. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2004.07.021>
- Costa, M. P. D. S., Schmidt, A., Vitorino, P. V. D. O., & Corrêa, K. D. S. (2021). Inatividade física e sintomas de depressão, ansiedade e estresse em adolescentes estudantes. *Acta Paulista de Enfermagem*, 34, eAPE03364. <https://doi.org/10.37689/acta-ape/2021AO03364>
- Cureau, F. V., Silva, T. L. N. D., Bloch, K. V., Fujimori, E., Belfort, D. R., Carvalho, K. M. B. D.,... & Schaan, B. D. (2016). ERICA: leisure-time physical inactivity in Brazilian adolescents. *Revista de Saúde Pública*, 50, 4s. <https://doi.org/10.1590/S01518-8787.2016050006683>
- Da Silva, J., Andrade, A., Capistrano, R., Lisboa, T., Andrade, R. D., Felden, É. P. G., & Beltrame, T. S. (2018). Níveis insuficientes de atividade física de adolescentes associados a fatores sociodemográficos, ambientais e escolares. *Ciência & saúde coletiva*, 23, 4277-4288. <https://doi.org/10.1590/1413-812320182312.30712016>
- De Carvalho Silva, E. R., de Aquino, J. M., Lima, A. D. G. T., Neto, W. B., Lima, A. K. M., Veríssimo, A. V. R., & da Silva, F. P. (2024). Sintomas preditores de Depressão entre estudantes adolescentes do nordeste brasileiro no período pós-pandêmico. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 16(6), e4457-e4457. <https://doi.org/10.55905/cuadv16n6-062>
- Ghrouz, A. K., Noohu, M. M., Dilshad Manzar, M., Warren Spence, D., BaHammam, A. S., & Pandi-Perumal, S. R. (2019). Physical activity and sleep quality in relation to mental health among college students. *Sleep and Breathing*, 23, 627-634. <https://doi.org/10.1007/s11325-019-01780-z>
- Gomes, G. C., Passos, M. H. P. D., Silva, H. A., Oliveira, V. M. A. D., Novaes, W. A., Pitangui, A. C. R., & Araújo, R. C. D. (2017). Qualidade de sono e sua associação com sintomas psicológicos em atletas adolescentes. *Revista Paulista de Pediatria*, 35(3), 316-321. <https://doi.org/10.1590/1984-0462/2017;35;3;00009>

- Guedes, D. P., Lopes, C. C., & Guedes, J. E. R. P. (2005). Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física em adolescentes. *Revista brasileira de medicina do esporte*, 11, 151-158. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922005000200011>
- Guerra, P. H., Farias Júnior, J. C. D., & Florindo, A. A. (2016). Comportamento sedentário em crianças e adolescentes brasileiros: revisão sistemática. *Revista de saude publica*, 50, 9. <https://doi.org/10.1590/S1518-8787.2016050006307>
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1· 6 million participants. *The lancet child & adolescent health*, 4(1), 23-35. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)
- Hallal, P. C., Knuth, A. G., Cruz, D. K. A., Mendes, M. I., & Malta, D. C. (2010). Prática de atividade física em adolescentes Brasileiros. *Ciencia e Saude Coletiva*, 15(SUPPL. 2), 3035-3042. <https://doi.org/10.1590/s1413-81232010000800008>
- Hoefelmann, L. P., Silva, K. S., Barbosa Filho, V. C., Silva, J. A. D., & Nahas, M. V. (2014). Behaviors associated to sleep among high school students: cross-sectional and prospective analysis. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 16(suppl 1), 68-78. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2014v16slp68>
- Jaakkola, T., Huhtiniemi, M., Salin, K., Seppälä, S., Lahti, J., Hakonen, H., & Stodden, D. F. (2019). Motor competence, perceived physical competence, physical fitness, and physical activity within Finnish children. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 29(7), 1013-1021. <https://doi.org/10.1111/sms.13412>
- Júnior, P. G. F., Paiano, R., & dos Santos Costa, A. (2020). Isolamento social: consequências físicas e mentais da inatividade física em crianças e adolescentes. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 25, 1-2. <https://doi.org/10.12820/rbafs.25e0115>
- Kerr, J. A., Patton, G. C., Cini, K. I., Abate, Y. H., Abbas, N., Abd Al Magied, A. H.,... & Azzolino, D. (2025). Global, regional, and national prevalence of child and adolescent overweight and obesity, 1990–2021, with forecasts to 2050: a forecasting study for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet*, 405(10481), 785-812. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)00397-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)00397-6)
- Kim, S. Y., Park, J. H., Lee, M. Y., Oh, K. S., Shin, D. W., & Shin, Y. C. (2019). Physical activity and the prevention of depression: A cohort study. *General hospital psychiatry*, 60, 90-97. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2019.07.010>

- Kredlow, M. A., Capozzoli, M. C., Hearon, B. A., Calkins, A. W., & Otto, M. W. (2015). The effects of physical activity on sleep: a meta-analytic review. *Journal of behavioral medicine*, 38, 427-449. <https://doi.org/10.1007/s10865-015-9617-6>
- Lopes, C. S., Abreu, G. D. A., Santos, D. F. D., Menezes, P. R., Carvalho, K. M. B. D., Cunha, C. D. F.,... & Szklo, M. (2016). ERICA: prevalence of common mental disorders in Brazilian adolescents. *Revista de saude publica*, 50(suppl 1), 14s. <https://doi.org/10.1590/S01518-8787.2016050006690>
- Luciano, A. D. P., Bertoli, C. J., Adami, F., & Abreu, L. C. D. (2016). Nível de atividade física em adolescentes saudáveis. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 22, 191-194. <https://doi.org/10.1590/1517-869220162203139863>
- McDowell, C. P., MacDonncha, C., & Herring, M. P. (2017). Brief report: Associations of physical activity with anxiety and depression symptoms and status among adolescents. *Journal of adolescence*, 55(1), 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2016.12.004>
- Meeusen, R., & De Meirleir, K. (1995). Exercise and brain neurotransmission. *Sports medicine*, 20, 160-188. <https://doi.org/10.2165/00007256-199520030-00004>
- Mello, M. T. D., Fernandez, A. C., & Tufik, S. (2000). Levantamento epidemiológico da prática de atividade física na cidade de São Paulo. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 6, 119-124. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922000000400003>
- Oliveira, L. M. F. T. D., Silva, A. O. D., Santos, M. A. M. D., Ritti-Dias, R. M., & Diniz, P. R. B. (2018). Exercício físico ou atividade física: qual apresenta maior associação com a percepção da qualidade do sono de adolescentes?. *Revista Paulista de Pediatria*, 36(03), 322-328. <https://doi.org/10.1590/1984-0462/2018;36;3;00014>
- Oliveira, V. A. S., Sinésio, Í. Y. C., Cabral, P. U. L., & Cortez, A. C. L. (2019). Associação entre o nível de atividade física e o estresse em pré-vestibulandos. *Revista brasileira de fisiologia do exercício*, 18(1), 9-16. <https://doi.org/10.33233/rbfe.v18i1.2875>
- OPAS/OMS. Organização Mundial Da Saúde (OMS) – 2018. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=featured&Itemid=101>. Acesso em: 29/04/2025.
- Recchia, F., Bernal, J. D., Fong, D. Y., Wong, S. H., Chung, P. K., Chan, D. K.,... & Siu, P. M. (2023). Physical activity interventions to alleviate depressive symptoms in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *JAMA pediatrics*, 177(2), 132-140. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2022.5090>

- Santiago, L. C., Lyra, M. J., Germano-Soares, A. H., Lins-Filho, O. L., Queiroz, D. R., Prazeres, T. M.,... & Santos, M. A. (2022). Effects of strength training on sleep parameters of adolescents: a randomized controlled trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(5), 1222-1227. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003629>
- Santrock, J. W. (2014). *Adolescência*. AMGH editora.
- Sharif, K., Watad, A., Bragazzi, N. L., Lichtbroun, M., Amital, H., & Shoenfeld, Y. (2018). Physical activity and autoimmune diseases: Get moving and manage the disease. *Autoimmunity reviews*, 17(1), 53-72. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2017.11.010>
- Silva, H. A. D., Passos, M. H. P. D., Oliveira, V. M. A. D., Palmeira, A. C., Pitangui, A. C. R., & Araújo, R. C. D. (2016). Short version of the Depression Anxiety Stress Scale-21: is it valid for Brazilian adolescents?. *Einstein (São Paulo)*, 14(4), 486-493. <https://doi.org/10.1590/S1679-45082016AO3732>
- Tang, J. (2021). The clinical treatment of sports to relieve the difficulty of falling asleep. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 27(8), 830-832. <https://doi.org/10.1590/1517-86922021270820210345>
- Vignola, R. C. B. (2013). Escala de depressão, ansiedade e estresse (DASS): adaptação e validação para o português do Brasil. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Saúde e Sociedade, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Santos.
- Viner, R. M., Gireesh, A., Stiglic, N., Hudson, L. D., Goddings, A. L., Ward, J. L., & Nicholls, D. E. (2019). Roles of cyberbullying, sleep, and physical activity in mediating the effects of social media use on mental health and wellbeing among young people in England: a secondary analysis of longitudinal data. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 3(10), 685-696. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30186-5](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30186-5)
- Wick, K., Kriemler, S., & Granacher, U. (2022). Associations between measures of physical fitness and cognitive performance in preschool children. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1), 80. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00470-w>

ACTIVIDAD FÍSICA Y CLÍNICA ARTICULAR EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON ENFERMEDAD INFLAMATORIA INTESTINAL

PAULA SÁNCHEZ LLORENTE

Hospital Infantil Universitario Niño Jesús

CARLOS MARTÍN MARTÍNEZ

Universidad Rey Juan Carlos

1. INTRODUCCIÓN

La enfermedad inflamatoria intestinal (EII) agrupa un conjunto de patologías crónicas del tracto gastrointestinal, principalmente la enfermedad de Crohn (EC) y la colitis ulcerosa (CU), caracterizadas por inflamación persistente del tubo digestivo con períodos de remisión y recaída. Si bien las manifestaciones gastrointestinales son el eje diagnóstico y terapéutico de estas condiciones, las manifestaciones extraintestinales (MEI) afectan hasta el 40–50% de los pacientes, siendo las osteoarticulares las más prevalentes (Ruemmele et al., 2014; Dotan et al., 2020).

La afectación osteoarticular incluye artritis periférica, espondiloartritis axial, entesitis, y dolor musculoesquelético inespecífico, los cuales pueden presentarse incluso antes del diagnóstico intestinal. En la población pediátrica, estas manifestaciones pueden condicionar no solo la evolución clínica, sino también el desarrollo físico, emocional y social del paciente, limitando la participación en actividades escolares y recreativas (Sands et al., 2016; Malik et al., 2020).

En este contexto, surge un interés creciente por intervenciones no farmacológicas que complementen el manejo médico convencional. La actividad física, entendida como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que resulta en gasto energético, ha demostrado efectos beneficiosos sobre el sistema musculoesquelético,

el sistema inmune, y el estado emocional general (Pedersen & Saltin, 2015). Sin embargo, la evidencia sobre sus efectos específicos en pacientes pediátricos con EII y sintomatología articular es escasa.

Además de sus efectos fisiológicos directos, la actividad física desempeña un papel crucial en la salud psicosocial de los pacientes pediátricos con EII, especialmente aquellos que presentan manifestaciones articulares. Las enfermedades crónicas en la infancia pueden desencadenar sentimientos de aislamiento, ansiedad, alteración de la imagen corporal y limitaciones en la interacción social. En este sentido, el ejercicio regular se asocia con una mejora significativa en el estado de ánimo, el manejo del estrés y la percepción de autoeficacia, aspectos esenciales para afrontar las exigencias de una patología de curso incierto como la EII (Schaefer et al., 2010).

La participación en actividades deportivas o recreativas, incluso de forma adaptada, permite a los niños y adolescentes mantener una sensación de normalidad, pertenencia y competencia, lo que se traduce en mayor adherencia al tratamiento médico y menor absentismo escolar. De acuerdo con un metaanálisis de Biddle et al. (2019), la actividad física regular reduce significativamente los síntomas depresivos en adolescentes con enfermedades crónicas, resultado atribuible tanto a mecanismos neurobiológicos como al incremento del apoyo social derivado de la práctica grupal del ejercicio.

En el caso específico de la EII, donde la percepción del dolor y la fatiga puede estar modulada por factores psicológicos, el fortalecimiento del bienestar emocional cobra aún mayor relevancia. De hecho, la comorbilidad entre dolor crónico y trastornos del estado de ánimo se ha identificado como un predictor negativo de la evolución clínica, razón por la cual se propone un abordaje integrado que contemple tanto la dimensión física como la emocional del paciente (Cousins et al., 2015).

Este estudio tiene como objetivo explorar si la actividad física regular tiene un impacto positivo en la presencia o intensidad de síntomas articulares en pacientes pediátricos con EII, contribuyendo a establecer recomendaciones clínicas más integrales.

2. ANTECEDENTES

La literatura médica ha documentado ampliamente las complicaciones articulares en pacientes con EII. Según el Grupo de Estudio Europeo para la EII (ECCO), hasta un 30% de los pacientes con EII desarrollan artritis periférica y cerca del 10% espondilitis anquilosante o sacroilitis (Van Assche et al., 2010). Estas manifestaciones pueden ser transitorias o persistentes, y frecuentemente requieren tratamiento conjunto con reumatología pediátrica.

El impacto de estas complicaciones sobre la calidad de vida es considerable. Diversos estudios indican que el dolor articular, la rigidez y la fatiga reducen la capacidad funcional, interfieren con la escolaridad y aumentan el riesgo de ansiedad y depresión en niños y adolescentes con EII (DeFilippis et al., 2006; Kappelman et al., 2013).

La relación entre actividad física y salud musculoesquelética ha sido ampliamente documentada en diversas poblaciones pediátricas con enfermedades crónicas. El ejercicio, además de mejorar la condición física general, promueve la síntesis de proteínas musculares, reduce la rigidez articular y mejora la propiocepción, elementos fundamentales para mantener la funcionalidad y prevenir deformidades articulares. En niños con enfermedades autoinmunes, como la artritis idiopática juvenil, se ha demostrado que los programas de ejercicio controlado contribuyen a reducir la inflamación y el uso de medicamentos (Takken et al., 2003).

En el caso específico de la EII, la actividad física podría desempeñar un papel inmunomodulador, atenuando la liberación de citoquinas proinflamatorias como TNF- α , IL-1 β e IL-6, y favoreciendo un perfil antiinflamatorio a través de mioquinas como la IL-10 y el IL-1ra (Pedersen & Febbraio, 2008). Este efecto es particularmente relevante en pacientes que presentan síntomas articulares, dado que la inflamación sistémica contribuye al deterioro de los tejidos conectivos.

Además, estudios como el de Houghton et al. (2019) muestran que el ejercicio moderado y regular no sólo mejora la movilidad y la fuerza muscular, sino que también tiene un impacto positivo en el microbioma intestinal, factor clave en la fisiopatología de la EII. Estos efectos

podrían sinérgicamente reducir la carga inflamatoria global y mejorar la respuesta a otros tratamientos médicos.

A pesar de estos datos, existe un vacío importante en la implementación de estrategias de manejo físico específicas para esta población. Investigaciones en adultos han demostrado que programas de ejercicio regular pueden disminuir la inflamación sistémica, reducir la percepción de dolor, mejorar la fuerza muscular y aumentar el umbral de dolor (Mujika & Padilla, 2000; Narici & Maffulli, 2010). Estudios recientes, como el de Klare et al. (2015), han sugerido que el ejercicio aeróbico y de resistencia es seguro en adultos con EII activa o en remisión, y puede mejorar la calidad de vida, aunque con resultados mixtos en marcadores inflamatorios.

En población pediátrica, los datos son más limitados. Según el estudio de Walter et al. (2020), niños con EII tienden a ser menos físicamente que sus pares sanos, lo cual puede perpetuar el círculo de inactividad, fatiga y dolor. Los autores proponen fomentar la actividad física adaptada como parte de un plan terapéutico integral, aunque no analizan específicamente los efectos sobre los síntomas articulares.

Por tanto, se hace necesario investigar de manera más específica y rigurosa cómo influye la actividad física sobre la clínica articular en pacientes pediátricos con EII, para diseñar estrategias personalizadas y basadas en evidencia.

3. JUSTIFICACIÓN

La alta prevalencia de manifestaciones articulares en pacientes pediátricos con EII y su impacto en la funcionalidad y calidad de vida justifican la necesidad de nuevas estrategias de intervención complementarias. Si bien los tratamientos farmacológicos, como los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs), inmunosupresores y agentes biológicos han mostrado efectividad para controlar tanto la inflamación intestinal como articular, estos presentan limitaciones relacionadas con efectos adversos, costos elevados y necesidad de monitoreo clínico continuo (Ruemmele et al., 2014).

La actividad física representa una herramienta de bajo costo, con múltiples beneficios documentados sobre la salud musculoesquelética y el bienestar psicológico, y con un potencial efecto antiinflamatorio sistémico. Considerando que la infancia y la adolescencia son períodos críticos para el desarrollo de hábitos saludables, establecer recomendaciones basadas en evidencia sobre el papel del ejercicio físico en esta población puede tener un impacto significativo en la prevención y el tratamiento de los síntomas articulares asociados a la EII.

Este estudio pretende contribuir al cuerpo de conocimiento existente y generar bases para futuras investigaciones de intervención, así como para el diseño de programas de ejercicio personalizados dentro del enfoque multidisciplinario del manejo de la EII pediátrica.

4. OBJETIVOS

El presente estudio tiene como objetivo principal investigar si la realización de actividad física regular ejerce efectos positivos sobre la presencia o intensidad de los síntomas articulares en pacientes pediátricos con enfermedad inflamatoria intestinal (EII). Asimismo, se propone comparar la frecuencia e intensidad de dichos síntomas entre pacientes activos e inactivos, utilizando para ello el cuestionario APALQ (Activity Physical Assessment in Lifestyle Questionnaire) como herramienta de evaluación. Finalmente, se busca explorar la posible asociación entre el nivel de actividad física y la respuesta clínica global, particularmente en términos de movilidad y dolor articular.

5. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio observacional de tipo transversal con análisis retrospectivo de registros clínicos y datos autoinformados. La muestra estuvo compuesta por 45 pacientes con diagnóstico confirmado de EII (EC o CU), atendidos en una unidad de gastroenterología pediátrica de un hospital terciario.

La edad media de los participantes fue de 13,5 años (rango: 10–17), con seguimiento clínico regular de manifestaciones articulares, incluyendo dolor, inflamación, rigidez o limitación funcional.

Para evaluar el nivel de actividad física se utilizó el cuestionario validado APALQ, diseñado específicamente para niños y adolescentes. Los pacientes fueron clasificados en dos grupos: 1) Respondedores ($n = 27$): pacientes que reportaron niveles adecuados de actividad física diaria según criterios del APALQ. 2) No respondedores ($n = 18$): pacientes con bajos niveles de actividad física o inactividad.

Se realizaron pruebas estadísticas de comparación de medias (*t* de Student) y análisis de chi-cuadrado para evaluar la relación entre el nivel de actividad física y la presencia de síntomas articulares. Se consideró un valor $p < 0,05$ como estadísticamente significativo.

6. RESULTADOS

Los análisis estadísticos revelaron diferencias significativas en la frecuencia de síntomas articulares entre los grupos. Los pacientes clasificados como “no respondedores” ($n = 18$) presentaron una mayor prevalencia de dolor y rigidez articular en comparación con los “respondedores” ($n = 27$), con un valor $p = 0,023$, lo que indica una asociación estadísticamente significativa entre baja actividad física y presencia de síntomas articulares.

Además, los pacientes que reportaron niveles adecuados de actividad física diaria también mostraron mejores puntuaciones en movilidad y menor necesidad de analgésicos en el seguimiento clínico. Si bien no se observaron diferencias significativas en cuanto a edad, sexo o niveles de marcadores inflamatorios (como proteína C reactiva o velocidad de sedimentación globular), la mejoría en los síntomas articulares sugiere un papel beneficioso de la actividad física en la modulación de la sintomatología musculoesquelética.

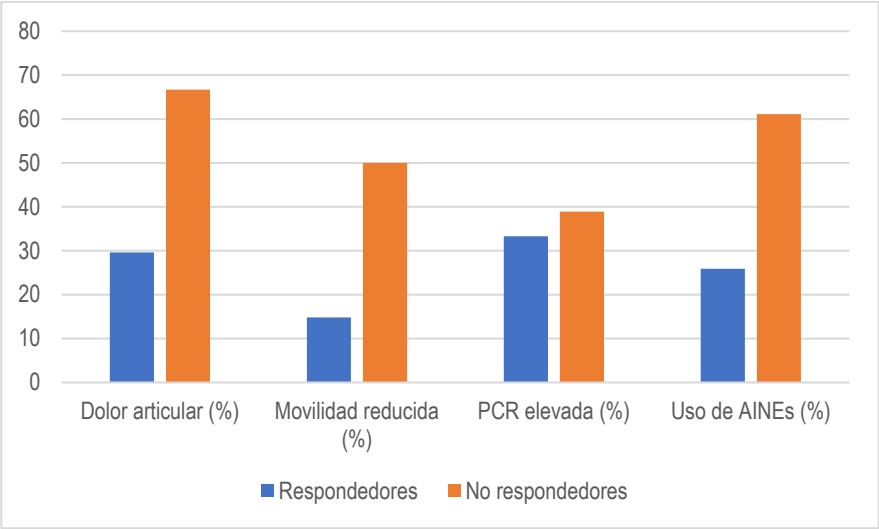
Estos resultados apoyan la hipótesis de que la actividad física regular puede actuar como un factor protector frente a la aparición o agravamiento de los síntomas articulares en pacientes pediátricos con EII.

TABLA 1. *Impacto de la actividad física en síntomas articulares en pacientes pediátricos con EI*

Variable	Respondedores (%)	No respondedores (%)	Valor p	Interpretación clínica
Dolor articular	29,6	66,7	0,023	Menor prevalencia en pacientes físicamente activos
Movilidad reducida	14,8	50,0	0,017	Mejora significativa en funcionalidad
PCR elevada	33,3	38,9	0,69	Sin diferencias significativas
Uso de AINEs	25,9	61,1	0,045	Menor necesidad de medicación analgésica

*Valor p significativo a nivel 0,05.
Fuente: elaboración propia

GRÁFICO 1. *Comparación de manifestaciones clínicas entre grupos*



Fuente: elaboración propia

5. DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio están en línea con investigaciones previas que indican que la actividad física puede tener efectos antiinflamatorios y analgésicos en enfermedades crónicas. Aunque gran parte de esta evidencia proviene de estudios en adultos o en otras patologías

reumatológicas, el presente análisis aporta evidencia relevante en población pediátrica con EII.

El efecto protector de la actividad física sobre las articulaciones podría explicarse por mecanismos fisiológicos como la liberación de mioquinas antiinflamatorias durante el ejercicio, la mejora del flujo sinovial, el fortalecimiento muscular que reduce la carga articular, y la modulación del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal (Pedersen & Febbraio, 2008; Gleeson et al., 2011). Además, el ejercicio físico tiene un impacto positivo en la salud mental, lo cual también puede influir en la percepción del dolor (Hughes et al., 2018).

A pesar de estos resultados prometedores, deben considerarse algunas limitaciones del estudio. La muestra fue relativamente pequeña y se basó en autoinformes de actividad física, lo que podría introducir sesgos de memoria o discapacidad social. Asimismo, el diseño transversal impide establecer relaciones de causalidad. Se requieren ensayos clínicos controlados y estudios longitudinales para confirmar estos hallazgos y evaluar el impacto de programas específicos de ejercicio en esta población.

Uno de los desafíos más importantes al promover la actividad física en pacientes pediátricos con EII y síntomas articulares es el diseño de programas que sean seguros, efectivos y sostenibles a lo largo del tiempo. Las estrategias de intervención deben considerar el estado clínico del paciente, la fase de la enfermedad (actividad vs. remisión), la presencia de limitaciones articulares y las preferencias individuales. En este sentido, los modelos de ejercicio adaptado han demostrado ser una herramienta valiosa para mejorar la adherencia y los resultados clínicos.

Por ejemplo, los programas multicomponentes que combinan ejercicios aeróbicos, de fortalecimiento muscular y de movilidad articular han sido utilizados con éxito en otras enfermedades reumáticas pediátricas, como el lupus eritematoso sistémico y la artritis idiopática juvenil (Singh-Grewal et al., 2007). Estos modelos pueden ser extrapolables, con las adaptaciones pertinentes, a pacientes con EII que presentan manifestaciones articulares, permitiendo la progresión gradual en intensidad y volumen de ejercicio.

Es importante destacar que la supervisión por profesionales capacitados, como fisioterapeutas pediátricos o entrenadores especializados en medicina del ejercicio, es clave para evitar exacerbaciones y garantizar la correcta ejecución de los movimientos. Asimismo, el uso de escalas funcionales validadas (como la escala CHAQ para evaluar la capacidad física en niños con enfermedades reumatológicas) puede ser útil para monitorizar los avances y realizar ajustes individualizados en los planes de entrenamiento.

La relación positiva entre actividad física y salud articular en enfermedades inflamatorias no es exclusiva de la EII. Diversas investigaciones han documentado beneficios similares en otras patologías pediátricas con componente inflamatorio y compromiso articular. En niños con artritis idiopática juvenil (AIJ), por ejemplo, la práctica regular de ejercicio ha demostrado reducir el dolor, mejorar la amplitud de movimiento articular y aumentar la resistencia muscular sin incrementar la inflamación (Liem et al., 2004).

Un estudio realizado por Klepper y colaboradores (2003) evaluó un programa de entrenamiento de resistencia progresiva en pacientes pediátricos con AIJ, observando mejoras significativas en fuerza, capacidad aeróbica y calidad de vida. Estos resultados, junto con los obtenidos en el presente trabajo sobre EII, refuerzan la hipótesis de que el ejercicio físico puede actuar como un modulador de la respuesta inflamatoria y del dolor, más allá de su efecto mecánico sobre las articulaciones.

Asimismo, en pacientes pediátricos con lupus eritematoso sistémico o dermatomiositis juvenil, el entrenamiento físico se ha asociado con una reducción en los niveles de citoquinas proinflamatorias y un aumento de IL-10, una interleucina con efecto antiinflamatorio. Estos hallazgos son consistentes con los modelos fisiopatológicos propuestos para la EII, en los que la actividad física podría inducir una modulación del sistema inmune similar.

A pesar de los múltiples beneficios observados, la implementación de programas de actividad física en la práctica clínica enfrenta diversas barreras. Entre ellas se incluyen la falta de tiempo en las consultas médicas para abordar recomendaciones específicas de ejercicio, la

ausencia de personal especializado en los equipos de atención pediátrica, y la percepción de riesgo por parte de los padres o cuidadores.

Un estudio cualitativo realizado por McPherson et al. (2017) con familias de niños con enfermedades crónicas reveló que, aunque los cuidadores reconocen la importancia del ejercicio, a menudo temen que este pueda empeorar los síntomas o desencadenar crisis, especialmente durante los brotes de la enfermedad. Este temor puede traducirse en una sobreprotección que limite innecesariamente la movilidad del niño, perpetuando el ciclo de inactividad y pérdida funcional.

Por otro lado, existen también facilitadores que pueden ser aprovechados para promover la actividad física. Entre ellos destacan la disponibilidad de recursos comunitarios (como centros deportivos accesibles o programas escolares inclusivos), la educación de los profesionales sanitarios y el uso de tecnologías móviles para la monitorización de la actividad. El desarrollo de aplicaciones móviles que registren el nivel de actividad, sugieran rutinas personalizadas y ofrezcan retroalimentación en tiempo real puede ser una herramienta eficaz para mejorar la adherencia y empoderar tanto a los pacientes como a sus familias.

No obstante, este estudio representa un paso importante hacia la integración de intervenciones físicas en el manejo integral de niños y adolescentes con EII, especialmente aquellos con síntomas articulares.

6. IMPLICACIONES CLÍNICAS Y RECOMENDACIONES PRÁCTICAS

El reconocimiento del papel positivo que puede desempeñar la actividad física en la modulación de los síntomas articulares en pacientes pediátricos con EII tiene múltiples implicaciones clínicas. En primer lugar, promueve una visión holística del tratamiento, en la que los componentes físicos, emocionales y sociales se consideran parte integral del abordaje terapéutico. Esto es especialmente relevante en enfermedades crónicas que cursan con manifestaciones extraintestinales, como la artritis asociada a la EII.

En segundo lugar, el fomento de la actividad física puede reducir la dependencia de medicamentos analgésicos o antiinflamatorios, contribuyendo así a minimizar efectos adversos y costos. Los pediatras, reumatólogos y gastroenterólogos deben trabajar junto a fisioterapeutas y educadores físicos para diseñar programas de ejercicio adaptados, seguros y sostenibles, considerando las fases de actividad de la enfermedad, las capacidades individuales y las preferencias del paciente.

Asimismo, la implementación de rutinas físicas desde el diagnóstico puede actuar como una estrategia preventiva frente a la aparición de manifestaciones articulares, optimizando el desarrollo motor y la autoestima del niño o adolescente.

Finalmente, es clave involucrar a las familias y centros escolares en la promoción de estos hábitos, creando entornos que favorezcan la adherencia a la práctica regular de ejercicio como parte de la vida cotidiana del paciente.

7. PERSPECTIVAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Existen múltiples líneas de investigación que emergen a partir de los hallazgos de este estudio. Una de las más relevantes es la necesidad de ensayos clínicos controlados que evalúen la efectividad de programas estructurados de ejercicio en la evolución de las manifestaciones articulares en pacientes con EII. Estos estudios deberían incluir diferentes tipos de ejercicio (aeróbico, de resistencia, movilidad articular, yoga), y medir su impacto no solo en la clínica articular, sino también en biomarcadores de inflamación, función intestinal y calidad de vida.

Otra área de interés es la evaluación longitudinal de la actividad física mediante dispositivos objetivos como acelerómetros, lo cual permitiría contrastar los datos autoinformados y obtener mediciones más precisas de la adherencia y la intensidad del ejercicio realizado.

También sería pertinente explorar la relación entre la actividad física y otros factores relevantes en la EII, como la composición corporal, el microbioma intestinal, los niveles de fatiga y la calidad del sueño. Un abordaje multidisciplinario e integrador permitiría comprender mejor la interacción entre el eje intestino-articulación y las prácticas de vida activa.

Por último, se requiere diseñar herramientas educativas y protocolos clínicos que faciliten la incorporación sistemática de la actividad física en los servicios de gastroenterología pediátrica, y evaluar sus resultados en diferentes contextos sociales y culturales.

8. CONCLUSIONES

Este estudio sugiere que la actividad física regular puede tener un efecto protector sobre los síntomas articulares en pacientes pediátricos con EII. Los pacientes físicamente activos reportaron menor dolor articular y mejor funcionalidad en comparación con aquellos con menor nivel de actividad física.

Dado que las manifestaciones osteoarticulares son frecuentes y limitantes en esta población, la implementación de programas personalizados de ejercicio podría constituir una herramienta efectiva y segura dentro del abordaje terapéutico multidisciplinario. Es recomendable fomentar la inclusión de rutinas específicas de movilidad articular, fortalecimiento y ejercicio aeróbico adaptado desde etapas tempranas del tratamiento.

La actividad física, más allá de su papel en la salud general, constituye una intervención con capacidad terapéutica en el contexto de enfermedades inflamatorias como la EII, especialmente cuando se manifiestan síntomas osteoarticulares. Los beneficios identificados en esta investigación—menor dolor articular, mejor movilidad y menor uso de antiinflamatorios—respaldan la necesidad de promover el ejercicio físico como parte del tratamiento integral.

No obstante, esta integración requiere de una transformación organizativa en los servicios de salud, con mayor colaboración interdisciplinaria, inclusión de profesionales del ejercicio, y desarrollo de protocolos estandarizados. También es crucial generar conciencia entre las familias, profesionales y educadores sobre el valor de la actividad física en el manejo de enfermedades crónicas.

En definitiva, promover el movimiento en niños y adolescentes con EII no solo es seguro, sino potencialmente protector. Invertir en actividad física es invertir en autonomía, bienestar y esperanza para una mejor calidad de vida a largo plazo.

9. REFERENCIAS

- Biddle, S. J. H., García Bengoechea, E., & Wiesner, G. (2019). Sedentary behaviour and adiposity in youth: A systematic review of reviews and analysis of causality. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 16(1), 147.
- Cousins, L. A., Kalomiris, A. E., & Lyon, M. E. (2015). Psychological functioning and pain in children and adolescents with inflammatory bowel disease. *Inflammatory Bowel Diseases*, 21(5), 1115–1121.
- DeFilippis, E. M., Barfield, E., & Crandall, W. (2006). Health-related quality of life in pediatric inflammatory bowel disease: A review. *Inflammatory Bowel Diseases*, 12(3), 239–247.
- Dotan, I., Allez, M., Danese, S., Keir, M., Tole, S., McBride, J., & Theede, K. (2020). The role of biomarkers in the diagnosis and treatment of inflammatory bowel disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 17(10), 585–599.
- Gleeson, M., Bishop, N. C., Stensel, D. J., Lindley, M. R., Mastana, S. S., & Nimmo, M. A. (2011). The anti-inflammatory effects of exercise: Mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nature Reviews Immunology*, 11(9), 607–615.
- Houghton, D., Stewart, C. J., Day, C. P., Trenell, M. I., & Turnbull, D. M. (2019). Exercise impacts on the gut microbiome and intestinal barrier in chronic disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 16(8), 489–502.
- Hughes, J. W., & Krane, E. J. (2018). Psychosocial perspectives in the treatment of pediatric chronic pain. *Pediatric Rheumatology*, 10(15).
- Kappelman, M. D., Long, M. D., Kronman, M. P., et al. (2013). Characteristics and short-term outcomes of pediatric patients with inflammatory bowel disease. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 56(2), 151–156.
- Klare, P., Nigg, J., Nold, J., et al. (2015). The impact of physical exercise on patients with inflammatory bowel disease: A prospective randomized controlled trial. *Digestive Diseases and Sciences*, 60(10), 2936–2945.
- Klepper, S. E., & Muir, N. (2003). Reference values on fitness tests in children with juvenile idiopathic arthritis: A population-based study. *Pediatric Physical Therapy*, 15(2), 107–113.
- Liem, L. F., Rosenberg, A. M., & Hicks, J. E. (2004). The effectiveness of a physical therapy intervention for juvenile idiopathic arthritis. *Pediatric Rheumatology Online Journal*, 2(1), 10.
- Malik, T. A., Choi, E. Y., & Malik, F. A. (2020). Extraintestinal manifestations of inflammatory bowel disease. *Current Gastroenterology Reports*, 22(4), 1–9.

- McPherson, A. C., Swift, J. A., & Peters, M. (2017). Barriers and facilitators to physical activity among children and adolescents with disabilities: A mixed-methods systematic review. *PLoS ONE*, 12(2), e0170426.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2000). Detraining: Loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: Short term insufficient training stimulus. *Sports Medicine*, 30(2), 79–87.
- Narici, M. V., & Maffulli, N. (2010). Sarcopenia: Characteristics, mechanisms and functional significance. *British Medical Bulletin*, 95(1), 139–159.
- Pedersen, B. K., & Febbraio, M. A. (2008). Muscle as an endocrine organ: Focus on muscle-derived interleukin-6. *Physiological Reviews*, 88(4), 1379–1406.
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine—Evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(S3), 1–72.
- Ruemmele, F. M., Veres, G., Kolho, K. L., Griffiths, A., Levine, A., Escher, J. C., Amil Dias, J., Barabino, A., Braegger, C. P., Bronsky, J., Buderus, S., Martín-de-Carpi, J., De Ridder, L., Fagerberg, U. L., Hugot, J. P., Kierkus, J., Kolacek, S., Koletzko, S., Lionetti, P., Miele, E., Navas López, V. M., Paerregaard, A., Russell, R. K., Serban, D. E., Shaoul, R., Van Rheenen, P., Veereman, G., Weiss, B., Wilson, D., Dignass, A., Eliakim, A., Winter, H., & Turner, D. (2014). Consensus guidelines of ECCO/ESPGHAN on the medical management of pediatric Crohn's disease. *Journal of Crohn's and Colitis*, 8(10), 1179–1207.
- Sands, B. E., Kaplan, G. G., & Panaccione, R. (2016). Extraintestinal manifestations of inflammatory bowel disease. *Gastroenterology & Hepatology*, 12(7), 451–460.
- Schaefer, M., Klockgether-Radke, A., & Meissner, W. (2010). The role of physical activity in the treatment of chronic pain in children and adolescents: Review of the literature. *Schmerz*, 24(5), 463–471.
- Singh-Grewal, D., Wright, V., Bar-Or, O., & Feldman, B. M. (2007). Pilot study of fitness training and exercise testing in polyarticular childhood arthritis. *Arthritis & Rheumatism*, 57(6), 902–907.
- Takken, T., van der Net, J., Kuis, W., & Helders, P. J. M. (2003). Physical activity and health-related physical fitness in children with juvenile idiopathic arthritis. *Arthritis & Rheumatism*, 49(6), 822–826.
- Van Assche, G., Dignass, A., Panes, J., et al. (2010). The second European evidence-based consensus on the diagnosis and management of Crohn's disease: Special situations. *Journal of Crohn's and Colitis*, 4(1), 63–101.
- Walter, E., Rosenbaum, D., Grehn, M., et al. (2020). Physical activity and sedentary behavior in pediatric patients with inflammatory bowel disease. *Pediatric Gastroenterology, Hepatology & Nutrition*, 23(3), 256–263.

SEDENTARISMO INFANTIL EN MÉXICO: ANÁLISIS CRÍTICO DE EVIDENCIA, POLÍTICAS PÚBLICAS Y COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL ENTRE 2016 Y 2023

GENNY ELIZABETH GÓNGORA CUEVAS
Universidad Anáhuac México

1. INTRODUCCIÓN

La inactividad física infantil se ha convertido en una de las principales amenazas para la salud pública global. En el caso de México, el panorama es particularmente alarmante: solo el 34.5 % de niñas, niños y adolescentes cumplen con la recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de realizar al menos 60 minutos diarios de actividad física moderada o vigorosa (Active Healthy Kids México, 2022).

Esta situación tiene implicaciones graves, no solo en términos de salud física y mental, sino también en el desarrollo cognitivo, emocional y social de la población infantil. La evidencia científica demuestra que los bajos niveles de actividad física en la infancia incrementan el riesgo de obesidad, enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, ansiedad, depresión y bajo rendimiento escolar en etapas posteriores de la vida (World Health Organization [WHO], 2020).

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2023 señala una tendencia persistente al sedentarismo entre menores mexicanos, particularmente en áreas urbanas donde las condiciones ambientales, de seguridad y de infraestructura no favorecen la movilidad activa (Instituto Nacional de Salud Pública [INSP], 2023).

Sin embargo, a pesar de esta realidad epidemiológica ampliamente documentada, las respuestas institucionales en México han sido fragmentadas, de corto plazo y sin mecanismos claros de evaluación. A

diferencia de otras áreas como vacunación o nutrición, la actividad física en la niñez no ha sido tratada como prioridad en las políticas públicas del sector salud ni en los programas escolares de formación integral.

Diversos informes internacionales, como el Global Matrix 4.0, ubican a México en una posición crítica al otorgarle una calificación de “C–” en el indicador de actividad física general infantil y una de “D+” en comportamientos sedentarios, lo cual refleja una situación estructuralmente deficiente (Active Healthy Kids Global Alliance, 2022).

Estos reportes no solo comparan países en función del cumplimiento de las recomendaciones de la OMS, sino que también evalúan la existencia de políticas, entornos escolares, apoyo familiar y campañas de promoción de la salud activa. En este contexto, resulta evidente que México carece de una estrategia nacional integral que articule sectores como salud, educación, cultura física, urbanismo y comunicación institucional.

Por otro lado, las iniciativas comunicacionales que podrían contribuir a modificar los hábitos sedentarios en la infancia son escasas, desarticuladas o inexistentes. Mientras países como Finlandia, Canadá o Eslovenia han desarrollado campañas con enfoque neurocomunicacional y estrategias escolares sostenidas, México no ha logrado establecer una narrativa pública consistente que promueva la actividad física como norma social y valor cultural.

Esta ausencia comunicativa se traduce en una baja percepción de riesgo entre familias, docentes y actores institucionales, y en una escasa visibilización del problema en la agenda mediática y política nacional (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2021).

Asimismo, los entornos escolares presentan desafíos importantes. La Boleta de Calificaciones 2022 indica que solo el 53.3 % de las escuelas mexicanas cuenta con maestros de educación física, y apenas el 40 % dispone de infraestructura adecuada para la práctica regular de ejercicio (Active Healthy Kids México, 2022). Estas carencias estructurales afectan de manera desproporcionada a las zonas rurales, indígenas y de alta marginación social, profundizando las brechas territoriales en el acceso a una vida activa.

La ausencia de políticas federales con enfoque territorial y el débil cumplimiento de la obligatoriedad de la asignatura de educación física refuerzan este escenario adverso.

Desde una perspectiva de gobernanza en salud pública, la falta de coordinación intersectorial representa un obstáculo crítico. Tal como señalan Kickbusch et al. (2016), los problemas complejos de salud como el sedentarismo infantil requieren enfoques sistémicos, participativos y basados en evidencia. No obstante, en México persisten enfoques burocráticos e inerciales, donde la responsabilidad de promover la actividad física infantil se diluye entre diversas instituciones sin una rectoría clara ni recursos suficientes.

Este artículo tiene como objetivo analizar críticamente la convergencia —o su ausencia— entre la evidencia epidemiológica, las políticas gubernamentales y las estrategias de comunicación institucional dirigidas a fomentar la actividad física en la niñez mexicana durante el periodo 2016–2023. A partir de una revisión narrativa estructurada, se evaluarán documentos oficiales, reportes estadísticos, campañas públicas y políticas sectoriales para identificar las principales debilidades del enfoque actual y proponer lineamientos para una acción articulada.

En un contexto donde las enfermedades crónicas no transmisibles en edades tempranas comienzan a manifestarse como una carga silenciosa, es urgente visibilizar el papel de la actividad física no solo como un componente de bienestar, sino como un eje estructurante de una política pública de salud infantil con enfoque preventivo, inclusivo y sostenible.

2. OBJETIVOS

Analizar críticamente el fenómeno de la inactividad física en la niñez mexicana desde una perspectiva integrada que considere los datos epidemiológicos, la formulación de políticas públicas y las estrategias de comunicación institucional desarrolladas entre 2016 y 2023, con el fin de identificar vacíos estructurales y proponer lineamientos para intervenciones más efectivas.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la situación epidemiológica actual de la actividad física infantil en México, con base en datos oficiales de prevalencia, cumplimiento de recomendaciones internacionales y factores asociados, utilizando fuentes verificables como la Boleta de Calificaciones Active Healthy Kids y el Global Matrix 4.0.
- Revisar las políticas públicas nacionales vigentes en el periodo 2016–2023 relacionadas con la promoción de la actividad física en población infantil, identificando omisiones, generalidades o ausencia de enfoques etarios diferenciados.
- Analizar los contenidos y marcos discursivos de las campañas institucionales verificables, programas públicos y mensajes oficiales que aluden a la promoción de la actividad física en niñas, niños y adolescentes, evaluando su claridad, pertinencia, segmentación y alineación con estándares internacionales de comunicación en salud.
- Comparar el desempeño de México con países de referencia en políticas de actividad física infantil, para dimensionar las brechas estructurales y destacar los factores clave de éxito en contextos internacionales con mejores resultados.
- Proponer recomendaciones estratégicas basadas en evidencia verificable, orientadas a fortalecer la articulación entre el diagnóstico epidemiológico, las políticas públicas sectoriales y la comunicación institucional, desde un enfoque de salud pública integral y centrado en la infancia.
- También puede escribir una palabra clave para buscar en línea el video que mejor se adapte a su documento. Para otorgar a su documento un aspecto profesional. Para otorgar a su documento un aspecto profesional.

3. METODOLOGÍA

Este estudio se desarrolló bajo el enfoque de una revisión narrativa estructurada, orientada a analizar críticamente la situación de la inactividad física infantil en México desde tres dimensiones interrelacionadas: epidemiológica, política pública y comunicacional. La elección de este tipo de revisión se sustenta en la necesidad de integrar fuentes de diversa naturaleza —estadísticas, normativas, institucionales y discursivas— para comprender un fenómeno de salud pública caracterizado por su complejidad multicausal. Este tipo de revisión permite no solo la sistematización de información, sino la generación de análisis comparativos y críticos que trascienden la simple descripción (Ferrari, 2015).

3.1. DISEÑO GENERAL

La revisión se estructuró en tres niveles de análisis:

- Nivel 1: Epidemiología de la actividad física infantil, utilizando datos provenientes de reportes oficiales como la Boleta de Calificaciones Active Healthy Kids México 2022.
- Nivel 2: Políticas públicas y normatividad institucional, mediante el análisis de programas sectoriales, normativas federales, estrategias intersectoriales y documentos de planificación pública emitidos entre 2016 y 2023 por las secretarías de Salud, Educación y Cultura Física (SEP, SSA, CONADE) y organismos internacionales.
- Nivel 3: Comunicación institucional, que comprendió la identificación, sistematización y análisis de campañas públicas verificables, mensajes institucionales difundidos entre 2016 y 2023, así como la evaluación de su contenido, segmentación, enfoque preventivo y tono discursivo, con base en modelos teóricos de neurocomunicación en salud (Noar, 2006).

3.2. BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE FUENTES

La búsqueda documental se realizó entre noviembre de 2023 y marzo de 2024. Se utilizaron los siguientes criterios de inclusión:

- Documentos emitidos entre 2016 y 2023, correspondientes al periodo analizado.
- Fuentes institucionales verificables, tales como el sitio oficial de la SSA, SEP, INEGI, CONADE, INSP y organismos internacionales como WHO, OPS y UNESCO.
- Campañas o programas con componente explícito de promoción de la actividad física infantil (aunque finalmente se documentó su ausencia).
- Reportes y boletas con datos cuantitativos públicos y metodologías explícitas, preferentemente con evaluaciones comparables (e.g., Global Matrix 4.0).

Quedaron excluidos estudios académicos individuales o artículos sin validación institucional, así como campañas sin respaldo verificable o con enfoque exclusivamente comercial.

3.3. ESTRATEGIA DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

El tratamiento de los datos epidemiológicos se realizó con base en estadísticas secundarias ya publicadas. Para los indicadores clave (prevalencia de actividad física, comportamientos sedentarios, transporte activo, infraestructura escolar, presencia docente), se construyeron tablas comparativas y visualizaciones gráficas (gráficas de barras, de pastel y tablas estructuradas), a partir de los datos contenidos en:

- Active Healthy Kids México 2022.
- Global Matrix 4.0 (2022).
- INEGI (2023): estimaciones poblacionales por grupo etario.
- Programas sectoriales de salud y educación (2019–2024).

Se realizaron estimaciones proporcionales para calcular el número de niñas, niños y adolescentes en situación de inactividad física, proyectando estas cifras con base en los datos del INEGI para menores de 5 a 17 años.

3.4. ESTRATEGIA DE ANÁLISIS CUALITATIVO

El componente cualitativo se centró en el análisis del discurso institucional en torno a la promoción de la actividad física infantil. Para ello, se recuperaron todos los mensajes identificables en campañas públicas y programas federales con presencia en medios digitales o documentos oficiales. El análisis se basó en cinco categorías:

- Claridad del mensaje: nivel de especificidad en cuanto a la edad, frecuencia y tipo de actividad recomendada.
- Segmentación etaria: identificación explícita de población infantil como público objetivo.
- Tono discursivo: preventivo, normativo, aspiracional o informativo.
- Participación institucional: número y tipo de organismos implicados.
- Duración y permanencia: si se trató de esfuerzos sostenidos o puntuales.

Estas categorías se diseñaron con base en los modelos de encuadre comunicativo propuestos por Goffman (1974) y adaptados al campo de la salud pública por Entman (1993) y Noar (2006), con énfasis en la construcción simbólica de la salud activa como valor normativo.

Los mensajes fueron clasificados en una matriz discursiva, lo que permitió identificar vacíos sistemáticos en cuanto a contenidos, destinatarios y mecanismos de evaluación. Este análisis fue reforzado mediante la comparación internacional con campañas de alto impacto desarrolladas en países como Finlandia, Canadá y Eslovenia, a fin de establecer brechas estructurales en la narrativa pública mexicana.

4. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del análisis documental y estadístico de la inactividad física infantil en México entre 2016 y 2023. Estos resultados se organizan por eje temático: campañas institucionales, políticas públicas, cumplimiento de recomendaciones, entorno

escolar, comunicación institucional, comparación internacional y estimación poblacional.

4.1. ANÁLISIS DE CAMPAÑAS NACIONALES (2016–2023)

Se identificó que durante el periodo 2016–2023 no existieron campañas nacionales sostenidas, específicas y segmentadas dirigidas a la promoción de la actividad física infantil. La única campaña documentada fue “Salud en tu Vida, Salud para el Bienestar”, lanzada por la Secretaría de Salud de la Ciudad de México en 2022, pero orientada a población adulta. El mensaje “Actívate, come saludable, acude a tu chequeo médico” carece de especificidad infantil y no incorpora elementos pedagógicos adaptados, contraviniendo los principios de comunicación preventiva (WHO, 2022).

4.2. ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS DOCUMENTADAS

La revisión de documentos federales como el Programa Sectorial de Salud 2020–2024 mostró menciones generales a la promoción de estilos de vida saludables, pero sin estrategias específicas orientadas a la infancia escolarizada. Este vacío contradice las recomendaciones internacionales (WHO, 2022) de realizar intervenciones diferenciadas por edad.

4.3. CUMPLIMIENTO DE RECOMENDACIONES DE ACTIVIDAD FÍSICA

Según el informe Active Healthy Kids México (2022), sólo el 34.5% de niñas y niños cumplen con los niveles recomendados de actividad física. Este bajo cumplimiento se acompaña de un alto sedentarismo y uso excesivo de pantallas. La tabla 1 revela deficiencias sistemáticas en los principales indicadores de salud activa infantil, particularmente en comportamiento sedentario y movilidad.

TABLA 1.

Indicador	Calificación	Cumplimiento (%)
Actividad Física General	C–	34.5%
Comportamientos Sedentarios	D+	43.6% < 2 h pantalla/día
Transporte Activo	C–	54.1%

Fuente: Elaboración propia con datos de Active Healthy Kids 2022

4.4. EVALUACIÓN DEL ENTORNO ESCOLAR

Menos del 53.3% de las escuelas en México cuentan con maestros de educación física y solo el 40% tiene infraestructura adecuada. Estos factores limitan significativamente el cumplimiento de recomendaciones diarias de ejercicio. Como muestra la Tabla 2 los recursos escolares siguen siendo insuficientes para garantizar condiciones mínimas de salud física en edad escolar.

TABLA 2

Variable	Porcentaje
Escuelas con maestros de educación física	53.3%
Escuelas con infraestructura adecuada	40.0%

Fuente: Elaboración propia

4.5. COMPARACIÓN INTERNACIONAL

México se encuentra rezagado frente a países con mejores políticas intersectoriales. La siguiente tabla muestra la diferencia entre el cumplimiento de recomendaciones de actividad física general en países evaluados por el Global Matrix 4.0. Como se observa en la Tabla 4 México muestra una brecha de hasta 43.5 puntos porcentuales respecto a Eslovenia, reflejo de estrategias estructurales inadecuadas.

TABLA 4.

País	Calificación	Cumplimiento (%)
Eslovenia	A	78%
Finlandia	B+	63%
Canadá	B	60%
México	C-	34.5%

Fuente: Elaboración propia

4.6. ESTIMACIÓN POBLACIONAL AFECTADA

De acuerdo con INEGI (2023), la población de 5 a 17 años en México asciende a 31.8 millones. Con solo un 34.5% de cumplimiento, se estima que alrededor de 20.8 millones de niñas, niños y adolescentes no

alcanzan los niveles mínimos de actividad física recomendados. Este grupo representa un riesgo poblacional elevado en términos de enfermedades crónicas prevenibles.

Este dato es alarmante, pues evidencia que dos de cada tres menores presentan comportamientos de riesgo desde edades tempranas, lo que se vincula con mayor probabilidad de desarrollar enfermedades no transmisibles a largo plazo, incluyendo obesidad, diabetes tipo 2 y depresión infantil (INSP, 2023; WHO, 2022).

4.7. VACÍOS INSTITUCIONALES EN LA POLÍTICA PÚBLICA

Los programas sectoriales de salud y educación 2019–2024 revisados no establecen metas específicas ni estrategias operativas focalizadas en la infancia para el fomento de la actividad física. Se observan menciones genéricas a la promoción de la salud, pero sin líneas presupuestales, indicadores ni responsables definidos (Gobierno de México, 2019).

5. DISCUSIÓN

Los hallazgos del presente estudio permiten confirmar la existencia de una disonancia persistente entre el diagnóstico epidemiológico de la inactividad física infantil en México y las respuestas institucionales implementadas en el periodo 2016–2023.

Este desfase no sólo se traduce en una baja adherencia a las recomendaciones internacionales, como los 60 minutos diarios de actividad física moderada a vigorosa para población de 5 a 17 años establecidos por la OMS (WHO, 2022), sino también en una ausencia casi total de estrategias comunicacionales sostenidas dirigidas a este grupo etario.

El dato más preocupante revelado por la Boleta de Calificaciones 2022 es que apenas el 34.5% de los niños y adolescentes en México cumplen con dichas recomendaciones (Active Healthy Kids México, 2022).

Esta cifra, ya de por sí alarmante, se vuelve aún más crítica cuando se analiza el entorno estructural: menos del 40% de las escuelas cuentan con infraestructura adecuada para la práctica regular de actividad física

y solo el 53.3% dispone de maestros de educación física asignados (Active Healthy Kids México, 2022).

Estas limitaciones contradicen el principio de entornos habilitadores establecido por la WHO (2020), según el cual las escuelas deben ser espacios protectores y promotores de la salud física.

Además, el análisis de las campañas institucionales confirmó la falta de estrategias federales sostenidas y específicas para la infancia. La única campaña identificada con mención indirecta a la actividad física, “Salud en tu Vida” (CDMX, 2022), estaba dirigida al público general y carecía de enfoque segmentado o continuidad operativa.

Este hallazgo contrasta con la experiencia de países como Eslovenia, Finlandia o Canadá, donde campañas con enfoque conductual, reforzadas desde las escuelas y los medios digitales, han logrado tasas de cumplimiento de hasta 78% en el caso esloveno (Aubert et al., 2022).

Desde el punto de vista de la comunicación institucional, México presenta un vacío grave: no existe una narrativa pública sostenida que posicione la actividad física infantil como un derecho o un hábito deseable.

La evidencia en neurocomunicación indica que los mensajes que apelan a la identidad grupal, los beneficios inmediatos y la autonomía conductual son los que mejor impactan en poblaciones jóvenes (Noar & Zimmerman, 2005). Sin embargo, los mensajes documentados son vagos, descontextualizados y con escasa presencia en medios dirigidos a infancias.

Este silencio institucional no sólo impide la construcción de normas sociales saludables, sino que también contribuye a la naturalización del sedentarismo, sobre todo en contextos escolares donde predomina el uso de pantallas y la reducción del tiempo recreativo.

Estudios previos señalan que el tiempo promedio diario frente a pantallas en niños mexicanos supera las 3 horas, lo cual rebasa el umbral de riesgo aceptable de 2 horas diarias sugerido por organismos internacionales (INSP, 2023; WHO, 2022).

El panorama empeora cuando se considera la dimensión presupuestal. Ni en el Programa Sectorial de Salud 2020–2024 ni en los planes de la

SEP se asignan partidas específicas para promover actividad física en escolares, ni para campañas dirigidas al cambio de comportamiento. Esta omisión presupuestal contraviene la estrategia global para reducir las enfermedades crónicas no transmisibles, que destaca la inversión en prevención temprana como prioritaria (WHO, 2018).

Por otra parte, la falta de intersectorialidad también emerge como un factor crítico. Mientras en países con mejores indicadores existe articulación entre salud, educación, cultura física y comunicación, en México las políticas públicas operan de forma fragmentada. No se encontró evidencia de colaboración sistemática entre CONADE, SSA y SEP, lo cual dificulta la implementación de programas integrales y sostenidos.

Esta debilidad estructural explica en parte la baja efectividad de intervenciones anteriores y la pérdida de continuidad institucional (INEGI, 2023).

Asimismo, se profundizó en la revisión de la distribución regional de programas y mensajes institucionales. El análisis de las plataformas digitales de los gobiernos estatales de 2016 a 2023 reveló una profunda disparidad territorial. Mientras que entidades como Jalisco y Nuevo León presentaron iniciativas locales para fomentar el ejercicio escolar —aunque no siempre con respaldo presupuestario sostenido—, otras como Chiapas, Guerrero y Oaxaca mostraron vacíos absolutos en estrategias comunicativas relacionadas con la actividad física infantil. Esta heterogeneidad refuerza la necesidad de una política nacional con criterios de equidad territorial (Gobierno de México, 2019).

En relación con el entorno escolar, los resultados del Global Matrix 4.0 y la Boleta de Calificaciones 2022 permiten dimensionar la carencia de condiciones estructurales para la práctica de actividad física. El 72 % de las escuelas primarias públicas carecen de infraestructura adecuada como canchas techadas o espacios multifuncionales, y menos del 45 % cuenta con profesores capacitados específicamente en cultura física (Active Healthy Kids México, 2022). Estos déficits impactan de forma directa en la calidad y frecuencia del ejercicio durante el horario escolar, relegando la educación física a una función secundaria frente a materias académicas tradicionales.

Respecto a la segmentación de los mensajes institucionales, el análisis de contenido evidenció que las campañas vigentes entre 2016 y 2023 — en el escaso número de casos en que se encontraron— carecían de segmentación etaria o de adecuación al contexto psicosocial de la niñez mexicana. A diferencia de las campañas internacionales como “Find Your Move” (Australia) o “Let’s Move!” (EE.UU.), que integran narrativas lúdicas, testimonios infantiles y entornos aspiracionales, as iniciativas mexicanas documentadas carecen de continuidad, segmentación infantil y una construcción simbólica que promueva la integración del ejercicio como parte de la identidad infantil. Esta omisión es crítica, dado que las recomendaciones internacionales exigen estrategias comunicacionales culturalmente pertinentes, centradas en los derechos del niño y adaptadas a su contexto sociocognitivo (World Health Organization, 2020).

Se identificaron, además, fallas importantes en la integración intersectorial. El Programa Sectorial de Salud 2020–2024 menciona la actividad física en cinco apartados, pero sin vinculación operativa con la SEP ni con la CONADE, y sin definir mecanismos comunicacionales específicos para su promoción (Secretaría de Salud, 2020). Esta desconexión impide que los esfuerzos en salud pública se traduzcan en estrategias escolares o comunitarias efectivas. En contraste, países como Eslovenia —con un cumplimiento del 78 % de las recomendaciones de la OMS— integran ministerios de salud, educación y deporte en marcos programáticos únicos, con líneas presupuestarias orientadas a resultados conductuales (Aubert et al., 2022).

Al integrar los resultados de las distintas fuentes, se observa una doble omisión estructural: por un lado, la falta de prioridad institucional y por otro, la ausencia de campañas sostenidas con respaldo comunicacional técnico. Este vacío no sólo perpetúa el sedentarismo infantil, sino que vulnera los principios de comunicación en salud pública, que exigen mensajes culturalmente pertinentes, emocionalmente resonantes y sostenidos en el tiempo (Noar & Zimmerman, 2005).

En resumen, los resultados obtenidos y el análisis contextual permiten afirmar que el problema de la inactividad física infantil en México no se explica únicamente por decisiones individuales o condiciones fami-

liares, sino por la ausencia de una política pública sólida, continua y basada en evidencia.

Se requiere un nuevo paradigma que coloque la actividad física al centro de la agenda de salud infantil, respaldado por infraestructura adecuada, docentes capacitados y campañas comunicacionales diseñadas con enfoque conductual, adaptadas al ecosistema digital y cultural de la infancia mexicana.

6. CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta revisión crítica permiten identificar una serie de omisiones estructurales, programáticas y comunicacionales que expliquen la persistente inactividad física en la niñez mexicana.

A pesar de que la literatura internacional y las directrices de organismos como la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2022) reconocen la actividad física regular como un componente esencial para el desarrollo infantil saludable, México no ha consolidado una política pública robusta, ni ha generado campañas federales sostenidas que prioricen esta dimensión en la infancia.

En primer lugar, la evidencia cuantitativa señala que solo el 34.5% de niñas, niños y adolescentes en México cumplen con las recomendaciones internacionales de actividad física (Active Healthy Kids México, 2022). Esta cifra se vuelve crítica cuando se proyecta poblacionalmente: más de 20 millones de menores permanecen en riesgo por sedentarismo crónico.

Sin embargo, los planes sectoriales de salud y educación carecen de lineamientos operativos que enfrenten esta realidad, y no se asignan recursos etiquetados para campañas específicas ni programas de activación física infantil.

En segundo término, las condiciones del entorno escolar refuerzan las barreras para el cumplimiento de dichas recomendaciones. Solo el 53.3% de las escuelas cuentan con docentes de educación física, y menos del 40% disponen de instalaciones adecuadas (Active Healthy Kids México, 2022).

Esta falta de infraestructura limita el acceso universal a oportunidades de movimiento estructurado, afectando de forma desproporcionada a niñas y niños de entornos marginados.

En tercer lugar, el análisis comunicacional evidencia un vacío institucional significativo: no se identificaron campañas nacionales, periódicas ni segmentadas que posicionen la actividad física como un hábito deseable o prioritario en la infancia. La única campaña identificada (“Salud en tu Vida”) carecía de segmentación etaria, continuidad y evaluación de impacto.

Esta omisión vulnera los principios de la comunicación en salud pública, que exige mensajes culturalmente pertinentes, segmentados y emocionalmente resonantes (Noar & Zimmerman, 2005).

De manera complementaria, el análisis internacional mostró que países con mejores niveles de cumplimiento en actividad física infantil han logrado articular tres componentes clave: infraestructura accesible, formación docente en educación física con enfoque inclusivo, y campañas comunicacionales integradas en las políticas públicas educativas y sanitarias (Active Healthy Kids Global Alliance, 2022).

Eslovenia, con una tasa de cumplimiento del 78%, ha instaurado un sistema nacional obligatorio de medición de capacidades físicas desde la infancia, acompañado de programas escolares estructurados que promueven el movimiento como parte del currículo diario. Japón, por su parte, incorpora rutinas físicas breves antes y durante las clases, con una visión de la movilidad infantil como parte de la cultura cívica.

Estos referentes internacionales ofrecen evidencia práctica de que es posible revertir la tendencia al sedentarismo mediante decisiones gubernamentales estructuradas y persistentes.

En contraste, el modelo mexicano continúa dependiendo de iniciativas aisladas, muchas de ellas sin evaluación, sin articulación territorial ni continuidad administrativa.

Esta discontinuidad impide generar cambios sostenibles en el comportamiento de niñas y niños, quienes se ven expuestos a mensajes contradictorios entre el discurso institucional y las prácticas escolares o

familiares. La ausencia de indicadores de cumplimiento, como los existentes en la Global Matrix 4.0, limita también la capacidad de monitoreo y ajuste de políticas públicas.

Por otro lado, el entorno comunicacional permanece dominado por marcos narrativos individualizantes, que responsabilizan a las familias sin considerar las barreras estructurales que enfrentan, tales como la inseguridad pública, la pobreza urbana y la falta de espacios seguros para el juego.

Esta narrativa desvinculada de las condiciones reales contribuye a la ineficacia de los mensajes institucionales. Se requieren campañas que reconozcan los determinantes sociales del sedentarismo, que incorporen segmentación cultural y geográfica, y que utilicen medios accesibles para públicos diversos. La evidencia de experiencias exitosas en otros países señala que las campañas más efectivas son aquellas que presentan testimonios reales, apelan a las emociones, y se integran en entornos escolares y comunitarios.

Asimismo, los lineamientos institucionales en México no garantizan la cobertura universal de educación física en la educación básica. La normativa vigente permite que escuelas públicas operen sin maestros especializados, lo que genera disparidades territoriales significativas.

Esta carencia no solo afecta la frecuencia del ejercicio físico en la niñez, sino también su percepción del movimiento como parte esencial de la vida diaria. Se requiere una reforma normativa que eleve el estatus de la educación física al nivel de prioridad nacional, garantizando su inclusión curricular con condiciones laborales dignas para el personal docente.

Finalmente, el desfase entre México y países con altos niveles de cumplimiento, como Eslovenia (78%), demuestra que la mejora es posible mediante políticas integrales, infraestructura adecuada, educación física obligatoria de calidad y campañas institucionales coherentes y persistentes (Aubert et al., 2022).

En conclusión, México enfrenta un reto urgente y estructural en materia de inactividad física infantil. Abordarlo requiere una transformación multisectorial que articule salud, educación, urbanismo y comunicación

institucional. Solo una respuesta articulada, respaldada por datos y sostenida en el tiempo permitirá revertir esta tendencia y garantizar que la infancia mexicana acceda al derecho a moverse, jugar y desarrollarse plenamente.

7. REFERENCIAS

- Active Healthy Kids México. (2022). *Boleta de calificaciones sobre actividad física en niñas, niños y adolescentes en México, 2022*. Reporte corto. Active Healthy Kids Global Alliance. <https://bit.ly/3HxpK5m>
- Aubert, S., Barnes, J. D., Abdeta, C., Abi Nader, P., Adeniyi, A. F., Aguilar-Farias, N., ... Tremblay, M. S. (2022). Global Matrix 4.0 physical activity report card grades for children and adolescents: Results and analysis from 57 countries. *Journal of Physical Activity and Health*, 19(Suppl 2), S1–S18. <https://doi.org/10.1123/jpah.2022-0349>
- Entman, R. M. (1993). Framing: Toward clarification of a fractured paradigm. *Journal of Communication*, 43(4), 51–58. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1993.tb01304.x>
- INEGI. (2023). *Estimaciones de la población por grupo quinquenal de edad y sexo 2000 a 2050*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://bit.ly/45UtiBM>
- Kickbusch, I., Allen, L., & Franz, C. (2016). *Governance for health in the 21st century*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. <https://bit.ly/4jIz5EO>
- Noar, S. M. (2006). A 10-year retrospective of research in health mass media campaigns: Where do we go from here? *Journal of Health Communication*, 11(1), 21–42. <https://doi.org/10.1080/10810730500461059>
- Noar, S. M., & Zimmerman, R. S. (2005). Health behavior theory and cumulative knowledge regarding health behaviors: Are we moving in the right direction? *Health Education Research*, 20(3), 275–290. <https://doi.org/10.1093/her/cyg113>
- Secretaría de Salud. (2020). *Programa Sectorial de Salud 2020–2024*. Gobierno de México. <https://bit.ly/4jHTwS6>
- World Health Organization. (2020). *Guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. Geneva: WHO. <https://bit.ly/4lIOTn7>

CAPACIDAD AERÓBICA EN EDUCACIÓN PRIMARIA COMO ELEMENTO DETERMINANTE DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO

JAVIER RISCART LÓPEZ
Universidad de Cádiz

MIGUEL ÁNGEL ROSETY RODRÍGUEZ
Universidad de Cádiz

1. INTRODUCCIÓN

Los beneficios de la actividad física (AF) regular en la salud del alumnado en edad escolar, tanto físicos como mentales, son generalmente conocidos; beneficios tales como la mejora de la salud cardiovascular, control de la hipertensión, esperanza de vida superior en comparación con estilos de vida sedentarios, mayor autoestima, motivación y mejoras en aptitudes sociales, además de un mayor rendimiento académico (RA) (Bakker et al., 2018; Eijsvogels et al., 2016; Evaristo et al., 2019).

Además, aunque la AF en edades tempranas, junto a otros factores como la calidad del sueño, pueden no ser protectores contra futuros problemas emocionales o de RA en la infancia, sí que demuestran que el Índice de Masa Corporal (IMC) en el rango de sobrepeso está directamente relacionado con dichos problemas, por lo que prevenir la obesidad durante la etapa escolar es decisivo para el futuro de del alumnado (Ip et al., 2017; Slykerman et al., 2020).

Es por esto que, para promover la práctica de AF y un estilo de vida saludable, las escuelas primarias (EP) son entornos idóneos para desarrollar un proyecto de mejora de la salud en la infancia y adolescencia. Varios estudios han combinado intervenciones de AF con un enfoque pedagógico en EP de todo el mundo, los cuales han indicado un efecto positivo en términos de reducción del sobrepeso y enfermedades

asociadas, así como mejora función cognitiva y salud mental (Cottrell et al., 2007; Fredriksen et al., 2017; Tully et al., 2016).

Según la organización mundial de la salud (OMS) se considera la AF a “cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía”. Dicha AF es la responsable del desarrollo de las capacidades físicas básicas, generalmente clasificadas como flexibilidad, según el Ministerio de Educación y Formación Profesional (MECD) entendida como “el mantenimiento del mayor grado de libertad de movimientos que pueden ser realizados por una articulación o un sistema de articulaciones”; la resistencia, definida por el MECD como “capacidad que posibilita la práctica de ejercicios de distinta intensidad y duración con fines de entrenamiento o de salud”; la fuerza, cuya definición según el MECD es “capacidad de generar tensión intramuscular frente a una resistencia” y la velocidad, descrita en el MECD como “la relación existente entre la ejecución de un ejercicio y el tiempo invertido en su realización” (Villada Hurtado & Vizúete Carrizosa, 2002).

Por otro lado, diversos autores relacionan el RA con el resultado del aprendizaje fruto de la interacción didáctica de los docentes y el proceso de aprendizaje del alumno (Moore et al., 2013).

Concretamente, la presente investigación pretende dar una respuesta sobre la relación entre la Resistencia, como habilidad física, y el RA. Para ello, en primer lugar, se deben dar respuesta a dos preguntas claves ¿Qué es la Resistencia? Y, a la anteriormente respondida, ¿Qué es el RA?

La resistencia es la Capacidad de realizar un ejercicio físico durante el máximo tiempo sin que aparezca fatiga, q limita el movimiento y por tanto la aplicación de fuerza. En esta capacidad física, se encuentra la Capacidad Aeróbica, (CA) la cual es la capacidad máxima de los sistemas cardiovascular y respiratorio de trabajar de manera conjunta y continua a la hora de realizar ejercicio extenuante prolongado (Ortega et al., 2008).

A lo largo de varias investigaciones, se ha hallado que la CA se asocia de manera más directa con el RA que otros componentes de la aptitud física, como por ejemplo, la complexión corporal, fuerza del tronco

superior o la flexibilidad. En relación a ello, la frecuencia cardiorrespiratoria se identifica como un factor que podría estar relacionado con el control cognitivo, la plasticidad cerebral, mejores habilidades cognitivas y la mejora de la memoria (Van Dusen et al., 2011; Welk et al., 2010). Por lo tanto, mejorar la capacidad cardiorrespiratoria daría lugar a una mejora en las funciones neurocognitivas, lo cual daría como resultado una evolución positiva del RA.

Durante el desarrollo de dichas teorías, se han aplicado distintas técnicas para analizar la relación existente entre ambos parámetros y han sido diversos autores los que han estudiado dicha relación a través de un gran número de investigaciones.

Estudios previos sugieren que el RA tiene relación directa con la inteligencia o Coeficiente Intelectual (CI), la madurez y la personalidad, como el publicado en la revista científica *Psicothema* (Morales-Vives et al., 2020), donde demuestran que tanto la inteligencia como la madurez a la hora de mantener la predisposición para trabajar duro durante los años escolares son las variables con la relación más significativa respecto a la mejora del RA.

Por otro lado, el estudio realizado por Elisa Camps y Fabia Morales-Vives en 2013 (Camps & Morales-Vives, 2013) sobre 232 estudiantes (109 niños y 123 niñas) de dos colegios españoles, muestra que dentro del Big Five Model respaldado por Golberg (1993), el cual analiza los cinco factores de la personalidad, el factor O (Openness) o también llamado factor de “apertura a nuevas experiencias”, es el que tiene una mayor contribución a la predicción del RA.

Pasando a los modelos y técnicas para evaluar el RA, se encuentra con distintos enfoques. Una amplia selección de estudios utilizan los resultados académicos, reflejados en las calificaciones numéricas a final del curso escolar, como medida fiable a la hora de analizar esta variable (Chen et al., 2013; de Greeff et al., 2014; Esteban-Cornejo et al., 2014; Sardinha et al., 2014; Torrijos-Niño et al., 2014). El principal problema que tiene utilizar las notas generales como evaluación para el rendimiento académico es que los datos se deben interpretar con precaución, ya que las marcas de los estudiantes pueden estar relacionadas con otros factores además

de su rendimiento cognitivo, como puede ser su comportamiento u otros estándares asignados subjetivamente por el evaluador.

Otro método utilizado para evaluar el desarrollo del RA son los test académicos estandarizados, como es el caso del TerraNova Standardized Academic Achievement Test (Eveland-Sayers et al., 2009), The West Virginia Educational Standards Test (Wittberg et al., 2012), Illinois Standards Achievement Test (Castelli et al., 2007), California Standards Test (Kao et al., 2017), Chilean Standardized Test (Olivares & García-Rubio, 2016), entre otros. El principal problema a la hora de usar pruebas estandarizadas a la hora de medir logros académicos es que muestran los conocimientos o destrezas de una esfera concreta de contenidos, normalmente seleccionando aquellos considerados importantes a nivel nacional. Estos, generalmente, no abarcan destrezas académicas menos específicas o “importantes”, como es el caso de las inteligencias musical, corporal, intrapersonal, interpersonal o emocional, y todas ellas repercuten directamente al rendimiento académico. Además de los contenidos conceptuales y procedimentales que se pretenden evaluar para posteriormente sacar una conclusión general, que valga para medir la eficiencia educativa y el rendimiento académico, existen otros ítems que contribuyen directamente a dichos resultados, como qué se enseña en la escuela, el aprendizaje fuera del entorno escolar y la capacidad intelectual innata de un estudiante. Ítems que, generalmente, las pruebas estandarizadas no tienen en consideración.

Por otra lado, se encuentra estudios que han aplicado metodologías diferentes, como es el caso del uso del The Weschler Individual Achievement Test (WIAT-III) (Canivez, 2013), test aplicado en el artículo publicado en diciembre del año 2014 en la revista de medicina deportiva *Medicine & Science in Sport & Exercise* (Hansen et al., 2014). Los resultados de este estudio muestran una relación positiva entre la CA y los contenidos medidos por el WIAT-III, concretamente en el logro de la ortografía y las matemáticas. Centrándonos en el WIAT-III, se encuentra con las mismas limitaciones mencionadas anteriormente: no se incluyen todos los ítems influyentes en el RA. Otro aspecto a tener en cuenta es que el presente estudio tiene otras limitaciones particulares como son que la muestra de este estudio fue homogénea en términos de

raza (blanca) y las familias son predominantemente de clase media-alta, lo que limita la generalización de los resultados.

En cuanto al desarrollo de la resistencia en edad escolar, siguiendo las fases sensibles del desarrollo, la CA en los niños de la etapa de Educación Primaria debe trabajarse de 2-5 veces por semana con un esquema de entrenamiento aeróbico ligero, en el cual se trabaje 10-30' a intensidad baja, bien por medio de carrera continua, a un ritmo en el cual se alcance 60-70% del ritmo cardiaco máximo, en el que los cambios de ritmo realizados en intervalos nunca supere el umbral de CA.

A la hora de medir la capacidad aeróbica, los test más fiables y adaptados a la medición de la CA son Andersen Aerobic Fitness Test (E. Aadland et al., 2018; Eivind Aadland et al., 2014), 20-m Shuttle run test o test de Course Navette (Álvarez-Bueno et al., 2019; Cancela et al., 2019; Evaristo et al., 2019; Schmidt et al., 2017), acompañado del Test de Cooper o The Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run (Coe et al., 2013; Hansen et al., 2014; Lambourne et al., 2013; Sardinha et al., 2016a). Analizando las limitaciones a la hora de la aplicación de los tests mencionados, se encuentra con que a la hora de realizar mediciones con pruebas indirectas siempre se han considerado valores estándares de evaluación referentes de niveles de consumo de oxígeno o de CA de poblaciones previamente evaluadas, sin considerar factores de gran importancia como son la condición de salud propios de los individuos de cada muestra, sus antecedentes previos, condiciones innatas o incluso la altitud a la que se lleva a cabo la prueba.

Otros métodos de medición de la capacidad aeróbica considerados de menor valor, debido a que recientes investigaciones ponen en duda su fiabilidad para medir este parámetro (Ruiz et al., 2014), son Test ¼ Milla y Test ½ Milla, ambos utilizados en baterías de renombre como la "FitnessGram". La validez de estos test es menor respecto a los mencionados anteriormente debido a que en las investigaciones realizadas se ha demostrado que los resultados de las pruebas se ven influenciados por el nivel de condición física de los participantes, de modo que cuanto mayor sea el nivel de condición física de los participantes, mayor es la validez de la prueba. Esto da lugar a que ambos test no pueden ser utilizados de forma generalizada para el estudio de CA. Six minutes

walking test (Rikli & Jones, 2013) es otro de los métodos utilizados para medir la capacidad aeróbica, pero este está enfocado a personas en edad avanzada. En nuestro caso, de la presente prueba no se obtendrían los resultados necesarios para la discusión y posterior elaboración de una conclusión, debido a que se enfoca en rangos de edades menores.

Estudios previos han analizado la relación entre la resistencia aeróbica y el RA, en concreto, un estudio realizado en 2016 (Suchert et al., 2016) una muestra de 1011 estudiantes alemanes, comparó el aumento de la práctica de AF, especialmente el entrenamiento de la CA (20 m shuttle run test), con la evolución del RA (calificaciones académicas) durante el periodo de un año académico completo. El análisis de los resultados demostró que los estudiantes, cuyo nivel de AF era bajo al comienzo de la investigación, mostraron una mejora significativa en el logro educativo conforme aumentaba su CF. De la misma manera, el estudio realizado en 2013 a 669 estudiantes taiwaneses (Chen et al., 2013), demostró que existen fuertes relaciones longitudinales entre el entrenamiento cardiovascular y el RA, en comparación con otras habilidades físicas como la flexibilidad o la fuerza muscular, cuya relación con el desarrollo escolar es significativamente más leve. La conclusión común a los estudios mencionados anteriormente, y a otros tantos realizados en la última década (Hsieh et al., 2018; Marques et al., 2018; Sardinha et al., 2016b; Wittberg et al., 2012), es que el ejercicio aeróbico y la AF son beneficiosos para la salud cognitiva y cerebral durante la etapa de desarrollo. Tanto es así que se asocia un nivel mayor de CA a un control cognitivo superior, mejor memoria y RA.

La cuestión radica, en que ninguna de las investigaciones previas analizadas haya utilizado la Velocidad Aeróbica Máxima (VAM) para determinar el rendimiento de CA. Este hecho es trascendental, ya que la VAM es el parámetro que determina la velocidad de carrera alcanzada por un atleta cuando su consumo de oxígeno es máximo, el cual es un indicador del rendimiento físico. El uso de la VAM es la clave de este estudio y conocer la relación entre CA, medida por la VAM y habilidades académicas o logros académicos se pueda determinar de manera aún más precisa (Haapala et al., 2014; Kantomaa et al., 2013; Moore et al., 2013; Olivares & García-Rubio, 2016).

Por tanto, en la actualidad, se encuentra con un problema al comprobar que aunque numerosos estudios analizaron la relación entre rendimiento físico, en nuestro caso la CA y el RA, pero ninguno de dichos estudios controló de manera exhaustiva los parámetros de estudio. En concreto, la mayoría de test utilizados para determinar la CA, no utilizaron la VAM, lo cual dificulta la interpretación de los resultados, ya que no existe una relación estrictamente definida entre la causa-efecto de los cambios sobre las variables a estudiar. El uso de las calificaciones escolares, es debido a que muchas las investigaciones previas en cuanto a la relación entre la rendimiento físico en Resistencia y Rendimiento Académico, utilizaron este parámetro, y se hace necesario seguir utilizando este parámetro para comparar los resultados con las investigaciones previas y así poder dar cohesión a todos los datos y conclusiones, además de tener un estudio realizado con una muestra cercana, que facilite intervenir sobre esa misma muestra y el resto del alumnado de primaria que posea unas condiciones y características similares.

Así, se hace necesario dar respuesta a la siguiente problemática: ¿Qué relación existe entre el rendimiento físico, concretamente la Resistencia, y el rendimiento académico en alumnos de educación primaria, midiendo la Resistencia a través del Test de la Universidad de Montreal (TUM), utilizando el tiempo total (en segundos y minutos), Velocidad Aeróbica Máxima (VAM) y Consumo de oxígeno máximo estimado y el rendimiento académico, medido por las calificaciones obtenidas en las asignaturas cursadas?

2. OBJETIVOS

- Evaluar la Capacidad aeróbica a través del Test de la Universidad de Montreal (TUM), utilizando el tiempo total (en segundos y minutos), velocidad del último estadio completado y Consumo de oxígeno máximo estimado.
- Evaluar el rendimiento académico en alumnado de primaria por las calificaciones obtenidas en todas las asignaturas cursadas

- Analizar la relación entre Capacidad aeróbica y rendimiento académico con los instrumentos indicados.
- Comparar la Capacidad aeróbica y rendimiento académico con los instrumentos indicados ante los diferentes grupos de edad.

2.1. HIPÓTESIS

- Por lo tanto, la hipótesis de investigación respecto a la problemática ¿qué relación existe entre el nivel de CA y el RA en edad escolar? es que los sujetos que tengan un mayor tiempo total (en segundos y minutos), VAM y Consumo de oxígeno máximo estimado, tenderán a tener un mayor rendimiento académico medido a través de las calificaciones obtenidas durante el curso académico.

3. METODOLOGÍA

3.1 MUESTRA

La muestra que se utilizó para el desempeño de este estudio va a estar formada por varones de 4º, 5º y 6º de primaria, por lo que tienen una edad entre 9 y 11 años, dependiendo del curso y de su fecha de nacimiento. Estos individuos tienen en común que forman parte del mismo club de fútbol amateur.

TABLA 1. *Medidas antropométricas de los sujetos (n=36)*

	G1 (n=12)	G2 (n=12)	G3 (n=12)
Edad (años)	9	10	11
Talla (m.)	1.34±.07	1.44±.08	1.41±.06
Peso (kg.)	31.1±6.4	40.8±11.1	38.5±7.3

Nota. G1= alumnos de 4º de primaria (9 años); G2 = alumnos de 5º de primaria (10 años); G3 = alumnos de 6º de primaria (11 años). Talla = altura media en metros; Masa corporal = peso medio en kilogramos.

3.2 VARIABLES OBJETO DE ESTUDIO

3.2.1 VARIABLES DEPENDIENTES

- Rendimiento Académico:
- Calificaciones obtenidas en las asignaturas seleccionadas (0-10)

3.2.2 VARIABLE INDEPENDIENTES

- Capacidad Aeróbica:
- Velocidad aeróbica máxima (VAM)
- Tiempo total (segundos y minutos)

3.3 TEST DE RENDIMIENTO FÍSICO E INSTRUMENTOS UTILIZADOS

3.3.1 ANTROPOMETRÍA

- Masa corporal: Se pesó a los sujetos colocándolos en posición erecta en el centro de una báscula de precisión.
- Talla: Se midió la distancia entre el vértex y las plantas de los pies. Los sujetos permanecieron de pie con los talones, glúteos, espalda y región occipital en contacto con el plano vertical del metro.

3.3.2 TEST DE LA UNIVERSIDAD DE MONTREAL (TUM)

Este es un test de carrera continua de intensidad progresiva, que se realizó en una pista de atletismo, colocando 16 conos a una distancia de 25 metros. El aumento de velocidad fue de $1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ cada dos minutos, es un test por escalones. La velocidad inicial del test fue de ocho $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ y esta velocidad aumentó continuamente desde el principio hasta el final del test.

- Este test estima la velocidad aeróbica máxima (VAM) y su correspondiente valor de potencia aeróbica máxima de los participantes (Leger & Boucher, 1980).

3.4. MATERIAL UTILIZADO

El principal material necesario para la realización de este trabajo fue el siguiente:

3.4.1. BÁSCULA

Es un instrumento que sirve para medir la masa corporal (peso). Las básculas electrónicas utilizan sensores conocidos como células de carga que son piezas de metal que cambia su resistencia eléctrica al traccionarse o comprimirse cuando se deforman al soportar el peso de la persona u objeto a medir.

3.4.2. TALLÍMETRO

Es un instrumento que sirve para la medición de la talla o estatura de una persona. Cuentan con 3 partes que son la base, el tablero y el tope móvil. Para la medición se pondrá a cada sujeto sobre la base sin calzado. En posición erguida se ajustará el tope móvil hasta hacer contacto con la coronilla de la cabeza.

3.4.3 MEGÁFONO (MONACOR TM-35)

Es un instrumento en forma de cono que cuenta con un conjunto de elementos tecnológicos que se acoplan y cuya función es amplificar sonidos. En nuestro caso, va a ser utilizado para aumentar la voz del docente.

3.4.4 SOFTWARE Y AUDIO DEL TEST DE LA UNIVERSIDAD DE MONTREAL (TUM)

El tiempo para emitir las señales en el TUM se controló mediante un software programado y utilizado en un ordenador. El programa iba dando información a tiempo real sobre la velocidad a la que se desplazaban los sujetos en cada momento, el tiempo y la distancia recorrida (Leger & Boucher, 1980).

3.4.5 EVALUACIONES ACADÉMICAS

Los criterios de evaluación académica se basan en las calificaciones obtenidas en las asignaturas de Educación Artística, Educación física,

Lengua Castellana, inglés, Matemáticas, Ciencias Sociales, Ciencias Naturales y francés. Dichas calificaciones se asignan a cada alumno siguiendo los criterios establecidos por el cuerpo docente y con un rango numérico del 0 al 10, siendo 0 la nota mínima y 10 la nota máxima. Además, se calculará la Nota Media mediante la media aritmética de las calificaciones de cada asignatura.

3.5 PROTOCOLO

El test transcurrió a lo largo de dos días:

El primer día se recopiló el test de rendimiento académico:

- Recopilación de datos de la 1ª evaluación académica (Correspondiente al 1º Trimestre)

En el segundo día se realizaron los test de evaluación de capacidad aeróbica:

- Test de la Universidad de Montreal (TUM).

3.6. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Se calculó la media y la desviación típica para determinar valores de tendencia central. Para confirmar la normalidad de la distribución de la muestra se aplicó la prueba de Shapiro Wilk y para comprobar la homogeneidad se utilizó el test de Levené. Para comprobar la equivalencia de los grupos se aplicó una ANOVA simple. La relación entre las variables se calculó por medio del coeficiente de correlación de Pearson (r). Se consideraron significativos los resultados si el valor de $p \leq 0.05$. Para el tratamiento estadístico de las variables se utilizó el programa SPSS v.23.0 para Windows.

4. RESULTADOS

Tras la realización del programa de intervención se hallaron los siguientes resultados sobre las variables analizadas:

4.1. RENDIMIENTO ACADÉMICO

Los valores representados en la Tabla 2 muestran los datos de obtenidos en la evaluación del rendimiento académico (calificaciones del 1er trimestre) de los 3 grupos de sujetos que conforman la muestra del estudio, tanto en la variable de la nota media como de las asignaturas seleccionadas para la investigación. Los datos son representados como media $\pm$ desviación estándar. En estos datos, se puede observar que las calificaciones obtenidas de los diferentes grupos (G1, G2 y G3), aunque difieren en la calificación media obtenida entre grupos (7.83, 7.10 y 7.73 para G1, G2 y G3, respectivamente), no se hallaron diferencias significativas ante la nota media, ni ante las asignaturas individuales.

TABLA 2. Resultados del rendimiento académico medio y nota por asignatura media por grupo

	G1 (n=12)	G2 (n=12)	G3 (n=12)
Nota media	7.83 $\pm$ 1.50	7.10 $\pm$ 1.09	7.73 $\pm$ 1.58
Educación Artística	8.00 $\pm$ 1.53	7.25 $\pm$ 1.28	7.58 $\pm$ 1.56
Educación Física	7.91 $\pm$ 1.67	8.00 $\pm$ 1.20	7.58 $\pm$ 1.62
Lengua Castellana y Literatura	7.58 $\pm$ 1.62	7.25 $\pm$ 1.05	7.66 $\pm$ 1.55
Matemáticas	7.75 $\pm$ 1.86	7.00 $\pm$ 1.85	7.75 $\pm$ 2.00
Ciencias Sociales	8.00 $\pm$ 1.47	7.16 $\pm$ 1.58	8.00 $\pm$ 1.53
Ciencias de la Naturaleza	7.75 $\pm$ 1.71	6.91 $\pm$ 1.97	7.66 $\pm$ 1.61
Francés	7.66 $\pm$ 1.61	6.41 $\pm$ 1.24	7.83 $\pm$ 1.40
Inglés	8.00 $\pm$ 1.65	6.83 $\pm$ 1.26	7.75 $\pm$ 1.81

Nota. G1= alumnos de 4º de primaria (9 años); G2 = alumnos de 5º de primaria (10 años); G3 = alumnos de 6º de primaria (11 años).

4.2. CAPACIDAD AERÓBICA

En la tabla 3 se indican los tiempos resultados de que cada uno de los 3 grupos de sujetos en el Test del TUM. En cuanto a los resultados obtenidos en las diferentes pruebas de rendimiento físico, se puede observar que G1 tiene un rendimiento físico menor que G2 y G3. Haciendo referencia a las diferencias que hay entre grupos con respecto a cada una de las variables, se hallaron diferencias significativas en el tiempo en segundos, minutos, velocidad y VO2max entre G3 y G1, en favor de G3 y entre G2 y G1, en favor de G2.

TABLA 3. Comparación entre grupos en cuanto a las variables de capacidad aeróbica.

	G1 (n=12)	G2 (n=12)	G3 (n=12)
SEGUNDOS	201,7±103,5***2,3	435,2±142,0	524,9±124,8
MINUTOS	3,27±1,56***2,3	7,05±2,43	8,58±2,16
VAM	8,91±0,67*2,***3	10,17±1,27	11,17±1,19

G1: alumnos 4º Educación Primaria; G2: alumnos 5º Educación Primaria; G3: alumnos 6º Educación Primaria; VAM.: Velocidad Aeróbica Máxima. ***2= P-valor<0,001 con respecto al grupo 2; ***3=P-valor<0,001 con respecto al grupo 3.

4.3 RELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO ACADÉMICO Y COMPOSICIÓN CORPORAL

En la tabla 4 se muestra la relación del rendimiento académico en las diferentes asignaturas evaluadas y las variables de capacidad aeróbica.

TABLA 4. Relación entre las diferentes variables académicas y de capacidad aeróbica.

Variables	N.M	E.A	E.F	Leng.	Ing.
Segundos	,413*	,357*	,290	,469**	,314
Minutos	,427**	,372*	,285	,465**	,329
VAM	,494**	,435**	,282	,530**	,393*
Variables	Mat.	CC.SS	CC.NN.	Franc.	
Segundos	,402*	,413*	,369*	,314	
Minutos	,420*	,439**	,389*	,327	
VAM	,502**	,500**	,435**	,415*	

N.M: nota media; E.A: educación artística; E.F: educación física; Leng.: lengua; Ing.: inglés; Mat.: matemáticas; CC.SS: ciencias sociales; CC.NN: ciencias naturales; Franc.: francés; VAM.: Velocidad Aeróbica Máxima. **La correlación es significativa en el nivel 0,01; *La correlación es significativa en el nivel 0,05

En la tabla 5 se presentan las correlaciones entre las mismas variables que en la tabla 4, pero esta vez tomando como referencia académica la nota media y controlando la variable edad.

TABLA 5. Correlaciones Parciales entre las variables de capacidad aeróbica y la nota media controlado por edades.

	Segundos	Minutos	VAM.
N.M	,636	,653	,688

N.M: nota media; VAM.: Velocidad Aeróbica Máxima

G1 obtuvo una relación entre el Rendimiento Académico Medio y las variables de rendimiento físico son todas altas/muy altas, positivas y significativas. En cuanto a la relación del Rendimiento académico en las diferentes asignaturas evaluadas y las variables de rendimiento físico en G1, se puede observar que hay una relación positiva, significativa y alta entre todas las variables analizadas, excepto en el caso de la asignatura de Lengua en la cual se hallaron relaciones muy altas, positivas y significativas (Tabla 6).

TABLA 6. *Relación en el grupo 1 entre las diferentes variables académicas y de capacidad aeróbica.*

Variables	N.M	E.A	E.F	Leng.	Ing.
Segundos	,761**	,609*	,736**	,848**	,741**
Minutos	,808**	,660*	,746**	,826**	,779**
VAM	,777**	,619*	,723**	,804**	,741**
Variables	Mat.	CC.SS	CC.NN.	Franc.	
Segundos	,723**	,636*	,622*	,639*	
Minutos	,792**	,740**	,672*	0,683*	
VAM	,784**	,736**	,615*	,646*	

N.M: nota media; E.A: educación artística; E.F: educación física; Leng.: lengua; Ing.: inglés; Mat.: matemáticas; CC.SS: ciencias sociales; CC.NN: ciencias naturales; Franc.: francés; VAM.: Velocidad Aeróbica Máxima; **La correlación es significativa en el nivel 0,01; *La correlación es significativa en el nivel 0,05

G2 obtuvo una relación entre el Rendimiento Académico Medio y las variables de rendimiento físico son todas altas, positivas y significativas. En cuanto a la relación del Rendimiento académico en las diferentes asignaturas evaluadas y las variables de rendimiento físico en G2, se puede observar que hay una relación positiva, significativa y alta entre todas las variables analizadas, excepto en los casos de la asignatura de Educación Artística, en la cual se hallaron relaciones muy altas, positivas y significativas, la Asignatura de Educación física, donde la relación es nula, y en las asignaturas de francés e inglés, en las que se hallaron relaciones bajas/moderadas positivas (Tabla 7).

TABLA 7. *Relación en el grupo 2 entre las diferentes variables académicas y de capacidad aeróbica.*

Variables	N.M	E.A	E.F	Leng.	Ing.
Segundos	,694*	,808*	,024	,604*	,474
Minutos	,712**	,807**	,014	,619*	,496
VAM	,753**	,808**	,000	,646*	,528
Variables	Mat.	CC.SS	CC.NN.	Franc.	
Segundos	,516	,772**	,585*	,365	
Minutos	,536	,787**	,606*	,386	
VAM	,618*	,799**	,660*	,415	

N.M: nota media; E.A: educación artística; E.F: educación física; Leng.: lengua; Ing.: inglés; Mat.: matemáticas; CC.SS: ciencias sociales; CC.NN: ciencias naturales; Franc.: francés; VAM.: Velocidad Aeróbica Máxima; **La correlación es significativa en el nivel 0,01; *La correlación es significativa en el nivel 0,05

G3 obtuvo una relación entre el Rendimiento Académico Medio y las variables de rendimiento físico son todas altas/muy altas, positivas y significativas (Tabla 8).

TABLA 8. *Relación en el grupo 3 entre las diferentes variables académicas y de capacidad aeróbica.*

Variables	N.M	E.A	E.F	Leng.	Ing.
Segundos	,843**	,827**	,814**	,807**	,818**
Minutos	,844**	,828**	,819**	,803**	,825**
VAM	,773**	,771	,744**	,815**	,734**
Variables	Mat.	CC.SS	CC.NN.	Franc.	
Segundos	,830**	,752**	,807**	,851*	
Minutos	,825**	,750**	,813**	,845**	
VAM	,779**	,644*	,645*	,832**	

N.M: nota media; E.A: educación artística; E.F: educación física; Leng.: lengua; Ing.: inglés; Mat.: matemáticas; CC.SS: ciencias sociales; CC.NN: ciencias naturales; Franc.: francés; VAM.: Velocidad Aeróbica Máxima; **La correlación es significativa en el nivel 0,01; *La correlación es significativa en el nivel 0,05

5. DISCUSIÓN

En cuanto a lo que concierne a los autores de este estudio, los objetivos previos a la investigación eran evaluar la CA, a través del TUM, y el

RA, a través de las calificaciones, con el fin de analizar la relación entre ambas variables y dar una respuesta al problema de investigación de: ¿Qué relación existe entre el rendimiento físico, concretamente la Resistencia, y el rendimiento académico en alumnos de educación primaria, midiendo la Resistencia a través del Test de la Universidad de Montreal (TUM), utilizando el tiempo total (en segundos y minutos) y Velocidad Aeróbica Máxima (VAM) y el rendimiento académico, medido por las calificaciones obtenidas en las asignaturas cursadas?

Tras el estudio, el principal hallazgo encontrado es que la relación entre las dos variables estudiadas, RA y CA, es significativamente alta y positiva, según el análisis de los resultados obtenidos tras la recopilación de datos y una vez aplicado el coeficiente de correlación de Pearson. Así, la hipótesis inicial planteada se ha confirmado, ya que con este estudio se ha observado que un mayor rendimiento físico se ve reflejado en un mayor RA. Con ello, se puede apreciar que la presente investigación respalda la relación positiva y notable entre el RA, representado en las calificaciones académicas de los sujetos, y la CA, medida por la VAM y tiempo (seg. y min.).

Atendiendo a las variables analizadas, en cuanto al RA, no se muestran diferencias significativas ante la nota media ni por cada asignatura entre los grupos de edad. Esto se debe a que, tal y como se desarrolla en la Ley Orgánica 2/2006 de 3 de mayo de Educación, los objetivos de enseñanza, competencias, contenidos, metodología didáctica y criterios de evaluación se aplican u ordenan en función de la etapa educativa. Es por esto que el RA se amolda a cada grupo de edad, eliminando así diferencias notables entre alumnos de distintos cursos, salvo en casos extremos. La edad no es un factor determinante en cuanto a al RA en nuestro estudio, afirmando así una de las conclusiones que Navarro J-J. et al. (2015) expuso en su estudio sobre la edad relativa y su efecto en el RA. Dicha conclusión respalda la idea de que el efecto de la edad relativa, refiriéndose a la edad relativa como la diferencia de días que existe entre los alumnos que nacen en el mismo año, disminuye conforme aumenta la edad (Navarro et al., 2015). Es por esto que dicho efecto en alumnos de 4º, 5º y 6º de

Educación Primaria, grupos de edad a los que pertenecen nuestra muestra, es menor que en alumnos de cursos inferiores.

Con respecto a la variable de rendimiento físico, se puede observar que G1 tiene un rendimiento físico menor que G2 y G3. Haciendo referencia a las diferencias que hay entre grupos con respecto a cada una de las variables, se hallaron diferencias significativas en el tiempo en segundos, minutos, velocidad y VO₂max entre G3 y G1, en favor de G3 y entre G2 y G1, en favor de G2, ya que el valor de probabilidad (P) en ambos casos es ≤ 0.001 . En el caso del estudio del rendimiento físico, sí se puede afirmar que la edad es un factor determinante, tal y como muestran las diferencias entre grupos en cuanto a los valores obtenidos. Dichas diferencias significativas se pueden explicar a través de los cambios madurativos que el propio cuerpo humano sufre a medida que la edad aumenta. Estos cambios vienen condicionados por la escala corporal y la escala de crecimiento, parámetros que se han demostrado que tienen relación directa con el desarrollo de habilidades fundamentales durante la infancia y que tienen como consecuencia un rendimiento físico mayor o menor, dependiendo de su desarrollo. El desequilibrio de dichas escalas podría tener consecuencias negativas en el rendimiento de habilidades motoras (Newell & Wade, 2018).

En cuanto al hallazgo más importante de esta investigación, se puede apreciar relación positiva y moderada entre el RA, representado en las calificaciones académicas de los sujetos, y la CA, medida por VO₂max., VAM y tiempo (seg. y min.) ($r > 0.4$). Estos resultados están en relación con los obtenidos anteriormente en diversos estudios (Marques et al., 2018; Sardinha et al., 2014; Suchert et al., 2016), como el realizado en 2018 a 398 estudiantes taiwaneses entre 11-14 años, donde quedó demostrado que la CA tiene una relación especialmente significativa ($p < 0.05$) con el RA, en comparación con el resto de capacidades físicas (Hsieh et al., 2018).

Diversos mecanismos biológicos, derivados de la práctica de actividad aeróbica, explican la estrecha relación existente entre la CA y el RA. El aumento del flujo sanguíneo, debido a la formación de vasos sanguíneos, que produce una mejora de actividad cerebral y por lo tanto afecta positivamente al rendimiento cognitivo, o el aumento de los niveles de

factor neurotrófico, proteína asociada con la supervivencia de las neuronas motoras y el crecimiento nervioso, son algunos de los mecanismos que Esteban-Cornejo et al. (2014) exponen en el artículo *Independent and Combined Influence of the Components of Physical Fitness on Academic Performance in Youth*.

Además de los análisis vistos anteriormente de la relación entre las variables de CA y RA, se realizó un análisis de las correlaciones parciales entre las variables de rendimiento físico y la nota media (Tabla 5), controlando el efecto de la “edad”, dónde se puede observar que en la relación lineal entre CA y RA aumenta, siendo $r > 0.4$ en el análisis de las variables sin controlar el factor de la edad y $r > 0.6$ en el estudio de la correlación parcial entre dichas variables controlando el factor edad. Como se aportó en el apartado de análisis de los resultados, al realizar la correlación parcial, no hay significancia entre los resultados obtenidos y el valor de estos aumenta, por lo que el factor edad no es determinante en la relación entre CA y RA. Estos resultados describen la relación lineal existente entre CA y RA eliminando la influencia de la edad. La cual, como se mostró anteriormente, tenía una influencia significativa en la CA, ya que a medida que aumenta la edad los alumnos obtenían mejor rendimiento en la CA, por lo que es una posible explicación de estos resultados.

De forma general, los resultados obtenidos en este estudio afirman la relación positiva y moderada entre las variable de RA y CA, con una correlación significativa en el nivel 0.01 y $r > 0.4$, utilizando como material de estudio las calificaciones obtenidas por los sujetos en las asignaturas seleccionadas y los valores obtenidos al realizar el TUM. Autores como Sardinha et al. (2014) confirman la teoría de que la relación entre CA y RA es significativa, independientemente de la edad, tal y como señala nuestra investigación.

De esta manera, nuestro estudio se contrapone a la conclusión común a estudios como Hansen et al. (2014); Leblanc et al. (2012); Syväoja et al. (2013), quienes señalan que dicha relación positiva entre RA y CA es inexistente.

6. CONCLUSIONES

El rendimiento físico tiene una fuerte relación con la capacidad aeróbica, utilizando como variables de rendimiento físico, la capacidad aeróbica medida por la VAM y el tiempo en segundo y minutos en el TUM, y el rendimiento académico fue evaluado a través la nota media de los alumnos en las diferentes asignaturas cursadas en el primer cuatrimestre.

Los resultados obtenidos, sugieren que el rendimiento físico tiene relación positiva sobre el académico, ya que mayor capacidad aeróbica, tenderá a tener un mayor rendimiento académico.

Por lo tanto, es importante que el alumnado realice ejercicio físico y entrene CA, no solo para estar una buena condición física y buena composición corporal, sino además, para mejorar su rendimiento académico. Por lo que se sugiere que la implementación de un programa de actividad física regular y reglada dentro del desarrollo del ámbito educativo.

7. REFERENCIAS

- Aadland, E., Andersen, L. B., Lerum, & Resaland, G. K. (2018). The Andersen aerobic fitness test: New peak oxygen consumption prediction equations in 10 and 16-year olds. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 28(3), 862–872. <https://doi.org/10.1111/sms.12985>
- Aadland, Eivind, Terum, T., Mamen, A., Andersen, L. B., & Kåre Resaland, G. (2014). The Andersen aerobic fitness test: Reliability and validity in 10-year-old children. *PLoS one*, 9(10), e110492. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110492>
- Álvarez-Bueno, C., Cervero-Redondo, I., Díez-Fernández, A., Pardo-Guijarro, M. J., Sánchez-López, M., & Martínez-Vizcaíno, V. (2019). Cardiorespiratory fitness as a mediator of the relationship between birth weight and cognition in school children. *Psychology research and behavior management*, 12, 255–262. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S197945>
- Bakker, E. A., Sui, X., Brellenthin, A. G., & Lee, D. C. (2018). Physical activity and fitness for the prevention of hypertension. *Current opinion in cardiology* 33(4), 394–401. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000526>

- Camps, E., & Morales-Vives, F. (2013). The contributions of psychological maturity and personality in the prediction of adolescent academic achievement. *International journal of educational psychology*, 2(3), 246–271. <http://dx.doi.org/10.4471/ijep.2013.27>
- Cancela, J., Burgo, H., & Sande, E. (2019). Physical fitness and executive functions in adolescents: cross-sectional associations with academic achievement. *Journal of physical therapy science*, 31(7), 556–562. <https://doi.org/10.1589/jpts.31.556>
- Canivez, G. L. (2013). Incremental criterion validity of WAIS-IV factor index scores: Relationships with WIAT-II and WIAT-III subtest and composite scores. *Psychological assessment*, 25(2), 484–495. <https://doi.org/10.1037/a0032092>
- Castelli, D. M., Hillman, C. H., Buck, S. M., & Erwin, H. E. (2007). Physical fitness and academic achievement in third- and fifth-grade students. *Journal of sport and exercise psychology*, 29(2), 239–252. <https://doi.org/10.1123/jsep.29.2.239>
- Chen, L.-J., Fox, K. R., Ku, P.-W., & Taun, C.-Y. (2013). Fitness change and subsequent academic performance in adolescents. *The journal of school health*, 83(9), 631–638. 638. <https://doi.org/10.1111/josh.12075>
- Coe, D. P., Peterson, T., Blair, C., Schutten, M. C., & Peddie, H. (2013). Physical fitness, academic achievement, and socioeconomic status in school-aged youth. *Journal of school health*, 83(7), 500–507. <https://doi.org/10.1111/josh.12058>
- Cottrell, L. A., Northrup, K., & Wittberg, R. (2007). The extended relationship between child cardiovascular risks and academic performance measures. *Obesity*, 15(12), 3170–3177. <https://doi.org/10.1038/oby.2007.377>
- de Greeff, J. W., Hartman, E., Mullender-Wijnsma, M. J., Bosker, R. J., Doolaard, S., & Visscher, C. (2014). Physical fitness and academic performance in primary school children with and without a social disadvantage. *Health Education Research*, 29(5), 853–860. <https://doi.org/10.1093/her/cyu043>
- Eijssvogels, T. M. H., George, K. P., & Thompson, P. D. (2016). Cardiovascular benefits and risks across the physical activity continuum. *Current Opinion in Cardiology*, 31(5), 566–571. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000321>
- Esteban-Cornejo, I., Tejero-González, C. M., Martínez-Gómez, D., del-Campo, J., González-Galo, A., Padilla-Moledo, C., Sallis, J. F., Veiga, O. L., & UP & DOWN Study Group. (2014). Independent and combined influence of the components of physical fitness on academic performance in youth. *The journal of pediatrics*, 165(2), 306–312.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.04.044>

- Evaristo, S., Moreira, C., Lopes, L., Oliveira, A., Abreu, S., Agostinis-Sobrinho, C., Oliveira-Santos, J., Póvoas, S., Santos, R., & Mota, J. (2019). Muscular fitness and cardiorespiratory fitness are associated with health-related quality of life: *Results from labmed physical activity study*. *Journal of exercise science and fitness*, 17(2), 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2019.01.002>
- Eveland-Sayers, B. M., Farley, R. S., Fuller, D. K., Morgan, D. W., & Caputo, J. L. (2009). Physical fitness and academic achievement in elementary school children. *Journal of physical activity & health*, 6(1), 99–104. <https://doi.org/10.1123/jpah.6.1.99>
- Fredriksen, P. M., Hjelle, O. P., Mamen, A., Meza, T. J., & Westerberg, A. C. (2017). The health Oriented pedagogical project (HOPP)- a controlled longitudinal school-based physical activity intervention program. *BMC public health*, 17(1), 370. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4282-z>
- Haapala, E. A., Poikkeus, A.-M., Tompuri, T., Kukkonen-Harjula, K., Leppänen, P. H. T., Lindi, V., & Lakka, T. A. (2014). Associations of motor and cardiovascular performance with academic skills in children. *Medicine and science in sports and exercise*, 46(5), 1016–1024. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000186>
- Hansen, D. M., Herrmann, S. D., Lambourne, K., Lee, J., & Donnelly, J. E. (2014). Linear/nonlinear relations of activity and fitness with children's academic achievement. *Medicine and science in sports and exercise*, 46(12), 2279–2285. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000362>
- Hsieh, S. S., Tsai, J. R., Chang, S. H., Cheng, C. F., Sung, Y. T., & Hung, T. M. (2018). The Relations between 3-year Changes in Physical Fitness and Academic Performance in Nationally Representative Sample of Junior High School Students. *Scientific reports*, 8(1), 15978. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34370-2>
- Ip, P., Ho, F. K. W., Louie, L. H. T., Chung, T. W. H., Cheung, Y. F., Lee, S. L., Hui, S. S. C., Ho, W. K. Y., Ho, D. S. Y., Wong, W. H. S., & Jiang, F. (2017). Childhood Obesity and Physical Activity-Friendly School Environments. *The journal of pediatrics*, 191, 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.08.017>
- Kantomaa, M. T., Stamatakis, E., Kankaanpää, A., Kaakinen, M., Rodriguez, A., Taanila, A., Ahonen, T., Järvelin, M. R., & Tammelin, T. (2013). Physical activity and obesity mediate the association between childhood motor function and adolescents' academic achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(5), 1917–1922. <https://doi.org/10.1073/pnas.1214574110>
- Kao, S.-C., Westfall, D. R., Parks, A. C., Pontifex, M. B., & Hillman, C. H. (2017). Muscular and Aerobic Fitness, Working Memory, and Academic Achievement in Children. *Medicine and science in sports and exercise*, 49(3), 500–508. <https://doi.org/10.1249/MSS.00000000000001132>

- Lambourne, K., Hansen, D. M., Szabo, A. N., Lee, J., Herrmann, S. D., & Donnelly, J. E. (2013). Indirect and direct relations between aerobic fitness, physical activity, and academic achievement in elementary school students. *Mental health and physical activity*, 6(3), 165–171. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2013.06.002>
- Leblanc, M. M., Martin, C. K., Han, H., Newton, R., Sothorn, M., Webber, L. S., Davis, A. B., & Williamson, D. A. (2012). Adiposity and physical activity are not related to academic achievement in school-aged children. *Journal of developmental and behavioral pediatrics*, 33(6), 486–494. <https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e31825b849e>
- Leger, L., & Boucher, R. (1980). An indirect continuous running multistage field test: The Universite de Montreal track test. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 5(2), 77–84.
- Marques, A., Santos, D. A., Hillman, C. H., & Sardinha, L. B. (2018). How does academic achievement relate to cardiorespiratory fitness, self-reported physical activity and objectively reported physical activity: A systematic review in children and adolescents aged 6-18 years. *British journal of sports medicine*, 52(16), 1039. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097361>
- Moore, R. D., Wu, C.-T., Pontifex, M. B., O’Leary, K. C., Scudder, M. R., Raine, L. B., Johnson, C. R., & Hillman, C. H. (2013). Aerobic fitness and intra-individual variability of neurocognition in preadolescent children. *Brain and Cognition*, 82(1), 43–57. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2013.02.006>
- Morales-Vives, F., Camps, E., & Dueñas, J. M. (2020). Predicting academic achievement in adolescents: The role of maturity, intelligence and personality. *Psicothema*, 32(1), 84–91. <https://doi.org/10.7334/psicothema2019.262>
- Navarro, J. J., García-Rubio, J., & Olivares, P. R. (2015). The relative age effect and its influence on academic performance. *PloS one*, 10(10), e0141895. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141895>
- Newell, K. M., & Wade, M. G. (2018). Physical Growth, Body Scale, and Perceptual-Motor Development. *Advances in child development and behavior*, 55, 205–243. <https://doi.org/10.1016/bs.acdb.2018.04.005>
- Olivares, P. R., & García-Rubio, J. (2016). Associations between different components of fitness and fatness with academic performance in Chilean youths. *PeerJ*, 4(10), e2560. <https://doi.org/10.7717/peerj.2560>
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjöström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *International journal of obesity* (2005), 32(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774>

- Pérez Peral, M. A. (2008). *Cuerpo de Maestros*. Temario de educación física (4a. ed., sept.).
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2013). Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *Gerontologist*, 53(2), 255–267. <https://doi.org/10.1093/geront/gns071>
- Ruiz, J. R., Ortega, F. B., & Castro-Piñero, J. (2014). Validity and reliability of the 1/4 mile run-walk test in physically active children and adolescents. *Nutricion hospitalaria*, 31(2), 875–882. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.2.7789>
- Sardinha, L. B., Marques, A., Martins, S., Palmeira, A., & Minderico, C. (2014). Fitness, fatness, and academic performance in seventh-grade elementary school students. *BMC pediatrics*, 14, 176. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-14-176>
- Sardinha, L. B., Marques, A., Minderico, C., Palmeira, A., Martins, S., Santos, D. A., & Ekelund, U. (2016a). Longitudinal Relationship between Cardiorespiratory Fitness and Academic Achievement. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(5), 839–844. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000830>
- Sardinha, L. B., Marques, A., Minderico, C., Palmeira, A., Martins, S., Santos, D. A., & Ekelund, U. (2016b). Longitudinal relationship between cardiorespiratory fitness and academic achievement. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(5), 839–844. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000830>
- Schmidt, M., Egger, F., Benzing, V., Jäger, K., Conzelmann, A., Roebbers, C. M., & Pesce, C. (2017). Disentangling the relationship between children's motor ability, executive function and academic achievement. *PloS one*, 12(8), e0182845. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182845>
- Slykerman, R. F., Budd, C., Thompson, J. M. D., Bekker, M., Buckley, J., Wall, C., Murphy, R., Mitchell, E. A., & Waldie, K. E. (2020). Physical Activity, Sleep, Body Mass Index, and Associated Risk of Behavioral and Emotional Problems in Childhood. *Journal of developmental and behavioral pediatrics: JDBP*, 41(3), 187–194. <https://doi.org/10.1097/DBP.0000000000000754>
- Suchert, V., Hanewinkel, R., & Isensee, B. (2016). Longitudinal Relationships of Fitness, Physical Activity, and Weight Status With Academic Achievement in Adolescents. *The Journal of school health*, 86(10), 734–741. <https://doi.org/10.1111/josh.12424>
- Syväoja, H. J., Kantomaa, M. T., Ahonen, T., Hakonen, H., Kankaanpää, A., & Tammelin, T. H. (2013). Physical activity, sedentary behavior, and academic performance in Finnish children. *Medicine and science in sports and exercise*, 45(11), 2098–2104. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318296d7b8>

- Torrijos-Niño, C., Martínez-Vizcaíno, V., Pardo-Guijarro, M. J., García-Prieto, J. C., Arias-Palencia, N. M., & Sánchez-López, M. (2014). Physical fitness, obesity, and academic achievement in schoolchildren. *The Journal of pediatrics*, 165(1), 104–109. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.02.041>
- Tully, C., Aronow, L., Mackey, E., & Streisand, R. (2016). Physical Activity in Youth With Type 1 Diabetes: a Review. *Current diabetes reports*, 16(9), 85. <https://doi.org/10.1007/s11892-016-0779-6>
- Van Dusen, D. P., Kelder, S. H., Kohl, H. W., Ranjit, N., & Perry, C. L. (2011). Associations of Physical Fitness and Academic Performance Among Schoolchildren. *The Journal of school health*, 81(12), 733–740. <https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.2011.00652.x>
- Hurtado, P. V., & Carrizosa, M. V. (2003). *Los fundamentos teórico-didácticos de la educación física*. Ministerio de Educación.
- Welk, G. J., Jackson, A. W., Morrow, J. R., Haskell, W. H., Meredith, M. D., & Cooper, K. H. (2010). The association of health-related fitness with indicators of academic performance in texas schools. *Research quarterly for exercise and sport*, 81(3 Suppl), S16–S23. <https://doi.org/10.1080/02701367.2010.10599690>
- Wittberg, R. A., Northrup, K. L., & Cottrell, L. A. (2012). Children’s aerobic fitness and academic achievement: a longitudinal examination of students during their fifth and seventh grade years. *American journal of public health*, 102(12), 2303–2307. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2011.300515>

RELACIÓN ENTRE EL RENDIMIENTO EN FUERZA EN MIEMBROS INFERIORES Y EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ALUMNOS DE EDUCACIÓN PRIMARIA

JAVIER RISCART LÓPEZ
Universidad de Cádiz

MIGUEL ÁNGEL ROSETY RODRÍGUEZ
Universidad de Cádiz

1. INTRODUCCIÓN

Diferentes variables son consideradas relevantes en edades tempranas. En concreto tanto el rendimiento cognitivo como la fuerza son variables a tener en cuenta.

1.1. LA FUERZA EN EDUCACIÓN PRIMARIA

La fuerza es una capacidad física importante, tanto en edades tempranas como en adultos, para el buen desarrollo físico y una buena calidad de vida (Hillsdon & Foster, 2018). Para el desarrollo de la fuerza es posible entrenarla con diferentes métodos y protocolos de entrenamiento. Sin embargo, una de las principales limitaciones para evaluar la fuerza es la dificultad para ajustar los diferentes factores determinantes que componen el entrenamiento de fuerza (intensidad, volumen, tiempo de recuperación, tipo de ejercicio, etc.) (Fernández-Lázaro et al., 2019).

Con respecto a la fuerza en el alumnado de educación primaria, el salto vertical es uno de los movimientos y acciones que más realizan en los deportes y juegos que practican, siendo una de las acciones en las que más progresan los mismos hasta llegar a ser adolescentes, obteniendo

estos datos de mediciones a través de ejercicios como el salto vertical con contra movimiento (CMJ) (Floría & Harrison, 2013). Otra de las pruebas que suelen utilizar para la medición de la fuerza en edades tempranas es a través del sprint (Amonette et al., 2014). Por ello, estos tipos de pruebas son una de las más frecuentes en edades tempranas para la medición de la fuerza de las piernas. Debido a lo anteriormente comentado, es fundamental no comparar los resultados del alumnado de educación primaria con edades diferentes. Ya que a estas edades, en la mayoría de las capacidades físicas se obtienen unas diferencias muy notables entre unas edades y otras.

En conclusión, la fuerza en el alumnado de educación primaria es una variable importante para el desarrollo y calidad de vida de los mismos en edades tempranas. Dicha variable se puede medir de formas diferentes, siendo el salto vertical y el sprint son de los métodos más empleados, debido a la habitual práctica de este movimiento en la vida cotidiana del alumnado de educación primaria. Además, es conveniente, en edades tempranas, coger rangos de edades pequeños, debido a que puede variar la capacidad de salto de cada individuo.

1.2. RENDIMIENTO ACADÉMICO EN EDUCACIÓN PRIMARIA

Otra de las variables importantes a tener en cuenta en edades tempranas (alumnos de primaria) es el rendimiento académico. La mayoría de mediciones de este lo hacen utilizando las notas finales de trimestre o del curso que el alumnado obtiene (Booth et al., 2013). Sin embargo, es una medición totalmente objetiva, ya que aquí entran más variables más allá del rendimiento académico.

El rendimiento académico se podría definir como la medida de las capacidades de un alumno, por ello, lo ideal sería realizar unas pruebas más objetivas que puedan mostrar realmente el rendimiento académico de cada uno de los alumnos. Uno de los métodos más válidos dentro de los estudios que se han observado sería el test ISAT, que se utiliza para ver las capacidades y el progreso del alumnado, usándose también para ver la eficacia de cada una de las escuelas. Especialmente, esta prueba se usa para ver las capacidades de los alumnos con respecto a las matemáticas y a la lectura (Castelli et al., 2007).

En conclusión, el rendimiento académico es una variable importante a tener en cuenta en el alumnado de educación primaria y obtener esa información puede ayudar a tomar mejores decisiones para el desarrollo cognitivo de los mismos.

1.3. RELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO FÍSICO EN FUERZA Y EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN EL ALUMNADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Estudios previos han analizado la relación de la fuerza y el rendimiento académico en niños (Ardoy et al., 2014, Booth et al., 2013; Castelli et al., 2007; Coe et al., 2006; Eveland-Sayers et al., 2009; Geertsens et al., 2016; Haapala et al., 2017; Keating et al., 2013). Dichos estudios previos sugieren que las personas que tienen mejor rendimiento físico, en este caso rendimiento en fuerza, son los que mejor rendimiento académico obtienen (Ardoy et al., 2014).

El rendimiento académico en el alumnado de educación primaria es una variable importante para la sociedad pero, ¿pasa lo mismo con la fuerza? En investigaciones previas, las mediciones se hicieron con dispositivos y métodos especializados, pudiendo incluir aquí plataformas de fuerza, el SJ, el CMJ o el DJ (Bencke et al., 2002), o compuertas electrónicas para medir la velocidad. También se han utilizado pulseras inteligentes que identifican la intensidad de cada uno de los movimientos que hacían las personas estudiadas durante un periodo de 24 horas (Sprint et al., 2017). Sin embargo, muy pocos estudios que comparen la fuerza con el rendimiento académico usan materiales especializados en la medición de estas magnitudes, ya que muchos de ellos lo que realizan son cambios en las clases de Educación Física o simplemente miden el rendimientos físico con métodos poco fiables. El uso de dispositivos con poca fiabilidad, no permite determinar con precisión y exactitud la relación entre el rendimiento físico, medido a través de la fuerza, y el rendimiento académico.

El estudio del rendimiento escolar en el alumnado de educación primaria por parte de las instituciones es algo primordial y actualmente el estudio del estilo de vida también. Tener un alto nivel de condición física y académica en las primeras etapas de la vida facilita las posteriores etapas. Por lo que realizar un estudio analizando la fuerza de manera

fiable y el rendimiento académico, podría ayudar a aportar información sobre este ámbito. Por tanto, nuestro problema objeto de estudio es el siguiente: ¿Cuál es la relación entre la fuerza, medida a través del salto vertical (CMJ y Abalakov) y el sprint, y el rendimiento académico, medido a través de las notas del alumnado?

2. OBJETIVOS

- Evaluar la fuerza a través del salto vertical (CMJ y Abalakov) y el sprint de alumnos de primaria.
- Evaluar el rendimiento académico en alumnado de primaria por las calificaciones obtenidas en todas las asignaturas cursadas.
- Analizar la relación entre la fuerza y rendimiento académico con los instrumentos indicados.
- Comparar el rendimiento físico y rendimiento académico con los instrumentos indicados ante los diferentes grupos de edad.

2.1. HIPÓTESIS

- Por lo tanto, nuestra hipótesis es que los sujetos que tengan mayor rendimiento físico, medido a través de la fuerza (CMJ, Abalakov y sprint), tenderán a tener un mayor rendimiento académico medido a través de las calificaciones obtenidas durante el curso académico de las distintas asignaturas.

3. METODOLOGÍA

3.1 MUESTRA

La muestra que se utilizó para el desempeño de este estudio va a estar formada por 36 varones de 4º, 5º y 6º de primaria, 12 componentes de cada curso, por lo que tienen una edad entre 9 y 11 años, dependiendo del curso y de su fecha de nacimiento. Estos individuos tienen en común que forman parte del mismo club amateur. Se hace diferenciación en tres diferentes grupos, dependiendo de la edad de cada uno de los componentes de la muestra:

TABLA 1. *Medidas antropométricas de los sujetos (n=36)*

	G1 (n=12)	G2 (n=12)	G3 (n=12)
Edad (años)	9	10	11
Talla (m.)	1.34±.07	1.44±.08	1.41±.06
Peso (kg.)	31.08±6.43	40.76±11.12	38.49±7.25

Nota. G1= alumnos de 4° de primaria (9 años); G2 = alumnos de 5° de primaria (10 años); G3 = alumnos de 6° de primaria (11 años). Talla = altura media en metros; Masa corporal = peso medio en kilogramos.

3.2 VARIABLES OBJETO DE ESTUDIO

3.2.1 VARIABLES DEPENDIENTES

- Rendimiento Académico: Nota media del alumnado que forman parte de la muestra.

3.2.2 VARIABLE INDEPENDIENTES

- Rendimiento Físico:
 - Tiempo en 20 metros.
 - Tiempo en 10 metros.
 - Tiempo en 10-20 metros:
 - CMJ.
 - Abalakov.

3.3 TEST FÍSICOS E INSTRUMENTOS

3.3.1 ANTROPOMETRÍA

Masa corporal: Se pesó a los sujetos con una báscula de precisión.

Talla: Se midió la distancia entre el vértex y las plantas de los pies. Los sujetos permanecieron de pie con los talones, glúteos, espalda y región occipital en contacto con el plano vertical del metro.

3.3.2 TEST DE SALTO VERTICAL (CMJ)

El CMJ o “counter movement jump” es un salto vertical en el que se busca alcanzar la máxima elevación del centro de gravedad realizando una flexión-extensión rápida de piernas con la mínima parada entre

ambas fases, manteniendo en todo momento las manos en posición de jarra apoyadas sobre la cresta iliaca para evitar el impulso con los brazos, obteniendo de este modo únicamente el resultado de la producción de fuerza de las piernas. Se utilizó una plataforma de infrarrojos Optojump (Microgate, Italia), la cual mide el tiempo de vuelo del salto y de ahí se calcula la altura del mismo (Bosco y col, 1983). Se anotó la media de 3 intentos correctamente ejecutados, eliminando el mejor y el peor de 5.

3.3.3 TEST DE SALTO VERTICAL (ABALAKOV)

El mismo procedimiento que se aplicó a CMJ, se aplicó para el Abalakov, pero esta prueba se realizó partiendo el sujeto desde una posición erguida y se realiza un salto hacia arriba por medio de un ciclo de estiramiento - acortamiento, es decir, una flexión seguida lo más rápidamente de una extensión de piernas con libre influencia de los brazos valorando la manifestación reflejo-elástico-explosiva y el índice de utilización de las extremidades inferiores. Se utilizó una plataforma de infrarrojos Optojump (Microgate, Italia), la cual mide el tiempo de vuelo del salto y de ahí se calcula la altura del mismo (Bosco y col, 1983). Se anotó la media de 3 intentos correctamente ejecutados, eliminando el mejor y el peor de 5.

3.3.4 TEST DE CARRERA EN 20 METROS.

Para cronometrar los tiempos en recorrer los 20 metros, se utilizaron dos pares de células fotoeléctricas (Polifemo Radio Light, Microgate, Italia), basadas en un emisor láser y un reflector, tecnología ampliamente utilizada en los sistemas de cronometraje electrónico (Earp y Newton, 2012). Las carreras se realizaron desde posición bípeda estática, con la línea de salida situada a un metro de la célula fotoeléctrica de salida para evitar errores producidos por el balanceo de brazos que podría cortar la línea láser (inicio del cronometraje) y la célula fotoeléctrica de llegada (fin del cronometraje) se situó a 20 metros desde la célula de salida. Cada sujeto realizaba 3 intentos.

3.4 MATERIAL UTILIZADO

El principal material necesario para la realización de este trabajo fue el siguiente:

3.4.1 OPTOGAIT

Plataforma de saltos (OPTOGAIT, Italia). Es un aparato que consta de dos bandas (un emisor y un receptor) de rayos infrarrojos. El sujeto se coloca entre las dos bandas cortando el flujo de rayos, cuando salta, el aparato comienza a cronometrar el tiempo que se mantiene en el aire hasta que de nuevo aterrice cortando el flujo de rayos, la máquina calcula la altura del salto en función del tiempo de vuelo, con una precisión de 1 milisegundo, aportando el dato de altura en centímetros del salto.

3.4.2 CÉLULAS FOTOELÉCTRICAS

Células fotoeléctricas (Polifemo Radio Light, Microgate, Italia). Cada par de células consta de un emisor y un receptor, el emisor emite un impulso de radio que es receptado por la otra parte, según como estén posicionados los switches de la célula, cuando este impulso sea interceptado, se producirá un inicio de cronometraje, un split o un fin de cronometraje con una altísima precisión (433mHz).

3.4.3 EVALUACIONES ACADÉMICAS

Documento de las evaluaciones llevadas a cabo por los docentes. Los profesores de cada uno de los alumnos que forman parte de la investigación han sido los que han visto la evolución de los mismos a lo largo de todo el proceso de enseñanza y son las personas que más pueden informar sobre el rendimiento cognitivo de su alumnado.

3.5 PROTOCOLO

El test transcurrió a lo largo de dos días, el primer día se recopiló el test de rendimiento académico:

- Recopilación de datos de la 1ª evaluación académica (Correspondiente al 1º Trimestre)

En el segundo día se realizaron los test de evaluación de los test físicos de:

- Tiempo de sprint (20, 10 y 10-20 metros).
- Abalakov
- CMJ

3.6. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Se calculó la media y la desviación típica para determinar valores de tendencia central. Para confirmar la normalidad de la distribución de la muestra se aplicó la prueba de Shaphiro Wilk y para comprobar la homogeneidad se utilizó el test de Levené. Para comprobar la equivalencia de los grupos se aplicó una ANOVA simple. La relación entre las variables se calculó por medio del coeficiente de correlación de Pearson (r). Se calculó la fiabilidad relativa usando el coeficiente de correlación intraclase (CCI con un intervalo de confianza del 95%) y la fiabilidad absoluta usando el coeficiente de variación (CV; expresado como un porcentaje). Se consideraron significativos los resultados si el valor de $p \leq 0.05$. Para el tratamiento estadístico de las variables se utilizó el programa SPSS v.15.0 para Windows.

4. RESULTADOS

Tras la realización del programa de entrenamiento se hallaron los siguientes resultados sobre las variables analizadas:

4.1 RENDIMIENTO ACADÉMICO:

El Rendimiento Académico Medio se ha calculado a partir del cálculo de la media aritmética que se ha obtenido al incluir en ella las notas medias del alumnado en todas y cada una de las asignaturas del primer trimestre del curso académico. Para ello, se calculó el resultado entre el número total de datos. Para calcular la nota media total, lo que se procederá a hacer es realizar la suma de todas las notas medias de las asignaturas de cada grupo, y dividir este resultado entre 8, ya que son el número de total de asignaturas. Las asignaturas cursadas fueron Educación Artística, Educación Física, Lengua Castellana y Literaturas, inglés, Matemáticas, Ciencias Sociales, Ciencias Naturales y Francés. De cada variable analiza, se calculó la desviación típica para ver la dispersión del conjunto de datos con respecto a la media.

De los datos obtenidos se encontraron que el alumnado que compone G1 obtuvo una calificación media de 7.83, G2; 7.10, y G3; 7.73. G1 obtuvo la mejor nota media de todas las asignaturas en comparación con G2 y G3, aunque las notas medias entre grupos fueron diferentes, estas

diferencias entre grupos no fueron significativas. Además, las asignaturas en las cuales G1 saca mejores notas son Educación Artística, Inglés y Ciencias Sociales, a diferencia de G2, que en la que mejor nota sacan es en Educación Física. G3 obtuvo las mejores notas en las asignaturas de Ciencias Sociales y francés. En cuanto a las asignaturas en las cuales obtuvieron las notas más bajas fueron para G1 en Lengua Castellana y Literatura, G2 en Francés, en el que este grupo presenta la nota media más bajas de todas las asignaturas y grupos evaluados y G3 es Educación Artística. Aunque las notas medias de las diferentes asignaturas entre grupos fueron diferentes, estas diferencias entre grupos no fueron significativas. De cada variable analiza, se calculó la desviación típica para ver la dispersión del conjunto de datos con respecto a la media.

TABLA 2. *Resultados del rendimiento académico de la muestra del estudio por grupos de edad (n=36)*

	G1 (n=12)	G2 (n=12)	G3 (n=12)
Nota Media	7.83±1.50	7.10±1.09	7.73±1.58
Ed. Artística	8.00±1.53	7.25±1.28	7.58±1.56
Ed. Física	7.91±1.67	8.00±1.20	7.58±1.62
Lengua C. y L.	7.58±1.62	7.25±1.05	7.66±1.55
Inglés	8.00±1.65	6.83±1.26	7.75±1.81
Matemáticas	7.75±1.86	7.00±1.85	7.75±2.00
Sociales	8.00±1.47	7.16±1.58	8.00±1.53
Naturales	7.75±1.71	6.91±1.97	7.66±1.61
Francés	7.66±1.61	6.41±1.24	7.83±1.40

Ed. = Educación.; C. = Castellana.; L. = Literatura; Nota. G1= alumnos de 4º de primaria (9 años); G2 = alumnos de 5º de primaria (10 años); G3 = alumnos de 6º de primaria (11 años).

4.2 RENDIMIENTO FÍSICO

Para el cálculo del Rendimiento Físico Medio se utilizaron las pruebas de carrera en 20 metros, de este test se obtuvieron, los tiempos ante la distancia de los primeros 10 metros, y el tiempo entre los 10 y los 20 metros de carrera, es decir, los últimos 10 metros y el tiempo en 20 metros. Se realizaron 3 sprint, y se utilizó el valor más bajo de las tres mediciones (El valor más bajo se corresponde con el de mayor rendimiento, ya que al necesitar un tiempo menor, significa que la velocidad media durante los 20 metros ha sido mayor). Para que los valores obtenidos

mostrasen el rendimiento máximo del día, los sprint debían de tener siempre una diferencia menor de 0,03 segundos entre Sprint.

Además del test de carrera se midieron el test de salto vertical (CMJ) y el test de salto vertical (Abalakov). Los tiempos en el test de sprint y las alturas en el test de CMJ y Abalakov alcanzaron una alta fiabilidad: altos valores del CCI y bajos valores de los coeficientes de variación en todos los casos.

TABLA 3. *Fiabilidad de la velocidad y el CMJ*

Variables	CCI (CI 95%)	CV (%)
T10m	0.997 (0.994 / 0.998)	0.43
T20m	0.998 (0.997 / 0.999)	0.34
T10-20m	0.990 (0.982 / 0.994)	0.85
CMJ	0.983 (0.971 / 0.991)	4.5
Abalakov	0.991 (0.984 / 0.995)	3.3

ICC= Coeficiente de correlación intercalase; CI= Intervalo de confianza; CV= Coeficiente de variación; T₁₀= Tiempo en 10 metros en sprint; T₂₀= Tiempo en 20 metros en sprint; T₁₀₋₂₀= Tiempo entre los 10 metros y los 20 en sprint; CMJ= Salto con contramovimiento.

En cuanto a los resultados obtenidos en las diferentes pruebas de rendimiento físico, se puede observar que el grupo que mejores resultados ha obtenido en todas las pruebas fue G3, seguido de G2 y por último G1. En cuanto a la diferencia que hay entre grupos con respecto a cada una de las variables, se hallaron diferencias significativas en el tiempo en 10, 10-20 y 20 metros entre G3 y G1, en favor de G3 y entre G2 y G1, en favor de G2.

En cuanto al CMJ, el grupo que mejores resultados ha obtenido ha sido G3, seguido de G2, y posteriormente de G1. Se hallaron diferencias significativas entre grupos el tiempo entre G3 y G2, en favor de G3 y entre G3 y G1, en favor de G3.

En cuanto al Abalakov, el grupo que mejores resultados ha obtenido ha sido G3, seguido de G2, y posteriormente de G1. Se hallaron diferencias significativas entre grupos el tiempo entre G3 y G2, en favor de G3 y entre G3 y G1, en favor de G3.

TABLA 4. Características físicas descriptivas de la muestra del estudio por grupos de edad (n=36)

Variables	G1 (n=12)	G2 (n=12)	G3 (n=12)
Tiempo 20 m (s.)	4.20±.12	4.01±.13***1	3.93±.17***1
Tiempo 10 m (s.)	2.28±.06	2.18±.07**1	2.14±.09***1
Tiempo 10-20 m (s.)	1.92±.05	1.82±.06***1	1.78±.08***1
CMJ	14.40±1.64	16.42±1.66	20.88±2.88***1,2
Abalakov	17.28±1.97	19.71±1.99	25.06±3.45***1,2

Los valores de muestra con media y Desviación típica; T₁₀= Tiempo en 10 metros en sprint; T₂₀=Tiempo en 20 metros en sprint; T₁₀₋₂₀=Tiempo entre los 10 metros y los 20 en sprint; CMJ= Salto con Contramovimiento; ** = valor significativo P<0.05; *** valor significativo P<0.001; Diferencias significativas con respecto a: 1= G1, 2=G2, 3=G3.

4.3. RELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO ACADÉMICO Y FUERZA

Una vez analizado los resultados académicos y de rendimiento físico, se puede observar observar, de forma general, que ambas variables tienen dependencia lineal entre sí, y en la mayoría de variables analizadas existe una relación moderada y significativa. (Tabla 5)

Las relaciones entre el Rendimiento Académico Medio y el sprint son todas moderadas y negativas, así como, las relaciones entre el Rendimiento Académico Medio y el CMJ son moderadas y positivas, al igual que el rendimiento académico Medio y el Abalakov. (Tabla 5)

En cuanto a la relación del Rendimiento académico en las diferentes asignaturas evaluadas y las variables de rendimiento físico, se puede observar observar que hay una relación significativa y moderada entre todas las variables analizadas, excepto en el caso de la Asignatura de Educación Artística y las variables de rendimiento físico.

TABLA 5. Correlaciones entre el Rendimiento Físico y el Rendimiento Académico

	N. M.	E. A.	E. F.	Leng.	Inglés
T20m. (s.)	-.528**	-.432**	-.509**	-.553**	-.416*
T10m. (s.)	-.518**	-.443**	-.527**	-.537**	-.397*
T10-20m. (s.)	-.500**	-.391*	-.461**	-.540**	-.405*
CMJ	-.428**	.275	.220	-.458**	-.380*
Abalakov	-.478**	.275	.220	-.458**	-.380*
	Mat.	Soc.	Nat.	Fra.	

T20m. (s.)	-.469**	-.508**	-.470**	-.402*
T10m. (s.)	-.441**	-.498**	-.463**	-.384*
T10-20m. (s.)	-.456**	-.472**	-.438**	-.390*
CMJ	.418*	.407*	.409*	.450**
Abalakov	.418*	.407*	.409*	.450**

T20m. = Tiempo en 20 metros / T10m. = Tiempo en 10 metros; CMJ= Salto con Contramovimiento; N. M. = Nota Media; E. A. = Educación Artística; E. F. = Educación Física / Leng. = Lengua; Mat. = Matemáticas; Soc. = Ciencias Sociales; Nat. = Ciencias Naturales; Franc. = Francés; *. La correlación es significativa en el nivel 0.05; **. La correlación es significativa en el nivel 0.01.

En la tabla 6 se presentan las correlaciones entre las mismas variables que en la tabla 5, pero controlando la variable edad. La relación entre todas las variables analizadas no son significativas, pero se puede observar que las distintas distancias de sprint y el Rendimiento Académico Medio aumenta, pasando de ser relaciones moderas y negativas a relaciones altas y negativas, así como, las relaciones entre el Rendimiento Académico y el CMJ pasan de ser moderadas y positivas a relaciones altas y positivas, al igual que el rendimiento académico y el Abalakov (tabla 6).

TABLA 6. Correlaciones entre el Rendimiento Físico y el Rendimiento Académico controlando la variable de la edad

	N. M.	E. A.	E. F.	Leng.	Inglés
T20m. (s.)	-.695	-.645	-.722	-.683	-.579
T10m. (s.)	-.664	-.639	-.723	-.647	-.539
T10-20m. (s.)	-.665	-.600	-.668	-.672	-.571
CMJ	.721	.589	.469	.700	.686
Abalakov	.721	.589	.469	.700	.686
	Mat.	Soc.	Nat.	Fra.	
T20m. (s.)	-.596	-.644	-.611	-.475	
T10m. (s.)	-.545	-.617	-.588	-.443	
T10-20m. (s.)	-.583	-.604	-.577	-.464	
CMJ	.667	.649	.677	.662	
Abalakov	.667	.649	.677	.662	

T20m. = Tiempo en 20 metros / T10m. = Tiempo en 10 metros; CMJ= Salto con Contramovimiento; N. M. = Nota Media; E. A. = Educación Artística; E. F. = Educación Física / Leng. = Lengua; Mat. = Matemáticas; Soc. = Ciencias Sociales; Nat. = Ciencias Naturales;

Franc. = Francés; *. La correlación es significativa en el nivel 0.05; **. La correlación es significativa en el nivel 0.01.

De manera concreta, la relación que existe entre todas las variables analizadas en cada grupo individual (G1, G2 y G3), se puede observar observar en G1 que las relaciones entre el Rendimiento Académico Medio y el sprint son todas altas, negativas y significativas, así como las relaciones entre el Rendimiento Académico Medio y el CMJ son altas, positivas y significativas, al igual que el rendimiento académico Medio y el Abalakov. En cuanto a la relación entre el Peso y el rendimiento físico es moderada y positiva con respecto al sprint y alta, positiva y significativa con respecto al CMJ y Abalakov. En cuanto a la relación del Rendimiento académico en las diferentes asignaturas evaluadas y las variables de rendimiento físico en G1, se puede observar observar que hay una relación significativa y moderada entre todas las variables analizadas, excepto en el caso de la asignatura de Lengua y los saltos CMJ y Abalakov, en las cuales se hallaron relaciones muy altas, positivas y significativas (Tabla 7).

TABLA 7. *Correlaciones entre el Rendimiento Físico y el Rendimiento Académico G1*

	N. M.	E. A.	E. F.	Leng.	Inglés
T20m. (s.)	-.544	-.712**	-.679*	-.698*	-.691*
T10m. (s.)	-.552	-.644*	-.695*	-.640*	-.611*
T10-20m. (s.)	-.498	-.747**	-.615*	-.720**	-.741**
CMJ	-.623*	.776**	.625*	.728**	.828**
Abalakov	-.623*	.776**	.625*	.728**	.828**
	Mat.	Soc.	Nat.	Fra.	
T20m. (s.)	-.521	-.576*	-.593*	-.740*	
T10m. (s.)	-.405	-.527	-.526	-.700*	
T10-20m. (s.)	-.625*	-.597*	-.635*	-.738**	
CMJ	.643*	.673*	.707*	.681*	
Abalakov	.643*	.673*	.707*	.681*	

T20m. = Tiempo en 20 metros / T10m. = Tiempo en 10 metros; CMJ= Salto con Contramovimiento; N. M. = Nota Media; E. A. = Educación Artística; E. F. = Educación Física / Leng. = Lengua; Mat. = Matemáticas; Soc. = Ciencias Sociales; Nat. = Ciencias Naturales; Franc. = Francés; *. La correlación es significativa en el nivel 0.05; **. La correlación es significativa en el nivel 0.01.

En cuanto a G2, se hallaron que las relaciones entre el Rendimiento Académico Medio y el sprint son altas, negativas y significativas, así como las relaciones entre el Rendimiento Académico Medio y el CMJ son muy altas, positivas y significativas, al igual que el rendimiento académico Medio y el Abalakov. En cuanto a la relación entre el Peso y el rendimiento físico es baja y positiva con respecto al sprint y muy baja con respecto al CMJ y Abalakov. En cuanto a la relación del Rendimiento académico en las diferentes asignaturas evaluadas y las variables de rendimiento físico en G2, se puede observar observar que hay una relación negativa y moderada/alta con respecto al Sprint, excepto en el caso de la asignatura de Ciencias Naturales, Sociales y Lengua que se hallaron relación negativa y moderada/alta y además fueron significativas. En cuanto al rendimiento en el salto (CMJ y Abalakov), en las cuales se hallaron relaciones altas/muy altas, positivas y significativas en el caso de la asignatura de Ciencias Naturales, Sociales y Lengua, moderadas, positivas y significativas para la asignatura de inglés, moderada, positiva para las asignaturas de francés y educación artística, muy baja para la asignatura de Educación Física (Tabla 8).

TABLA 8. *Correlaciones entre el Rendimiento Físico y el Rendimiento Académico G2*

	N. M.	E. A.	E. F.	Leng.	Inglés
T20m. (s.)	-.279	-.690*	-.537	-.529	-.636*
T10m. (s.)	-.236	-.662*	-.496	-.593*	-.617*
T10-20m. (s.)	-.322	-.702*	-.568	-.441	-.640*
CMJ	-.061	.820**	.502	-.136	.778**
Abalakov	-.061	.820**	.502	-.136	.778**
	Mat.	Soc.	Nat.	Fra.	
T20m. (s.)	-.510	-.721**	-.665*	-.242	
T10m. (s.)	-.463	-.720**	-.641*	-.214	
T10-20m. (s.)	-.550	-.701*	-.675*	-.268	
CMJ	.882**	.746**	.839**	.545	
Abalakov	.882**	.746**	.839**	.545	

T20m. = Tiempo en 20 metros / T10m. = Tiempo en 10 metros; CMJ= Salto con Contramovimiento; N. M. = Nota Media; E. A. = Educación Artística; E. F. = Educación Física / Leng. = Lengua; Mat. = Matemáticas; Soc. = Ciencias Sociales; Nat. = Ciencias Naturales; Franc. = Francés; *. La correlación es significativa en el nivel 0.05; **. La correlación es significativa en el nivel 0.01.

En cuanto a G3, se hallaron que las relaciones entre el Rendimiento Académico Medio y el sprint son muy altas, negativas y significativas, así como las relaciones entre el Rendimiento Académico Medio y el CMJ son altas, positivas y significativas, al igual que el rendimiento académico Medio y el Abalakov. En cuanto a la relación entre el Peso y el rendimiento físico es muy alta y positiva con respecto al sprint y alta y negativa con respecto al CMJ y Abalakov. En cuanto a la relación del Rendimiento académico en las diferentes asignaturas evaluadas y las variables de rendimiento físico en G3, se puede observar observar que hay una relación negativa, muy alta y significativa con respecto al Sprint en todas las asignaturas. En cuanto al rendimiento en el salto (CMJ y Abalakov), en las cuales se hallaron relaciones moderadas/altas, positivas y significativas, excepto en el caso de las asignaturas de Matemáticas, Ciencias Sociales y Ciencias Naturales, donde solo eran moderadas/altas y positivas (Tabla 9).

TABLA 9. *Correlaciones entre el Rendimiento Físico y el Rendimiento Académico G3*

	N. M.	E. A.	E. F.	Leng.	Inglés
T20m. (s.)	-.828**	-.879**	-.841**	-.881**	-.836**
T10m. (s.)	-.871**	-.865**	-.840**	-.888**	-.817**
T10-20m. (s.)	.716**	-.790**	-.764**	-.790**	-.780**
CMJ	-.647*	.648*	.607*	.695*	.635*
Abalakov	-.647*	.648*	.607*	.695*	.635*
	Mat.	Soc.	Nat.	Fra.	
T20m. (s.)	-.855**	-.860**	-.797**	-.821**	
T10m. (s.)	-.845**	-.819**	-.800**	-.771**	
T10-20m. (s.)	-.739**	-.767**	-.673*	-.788**	
CMJ	.572	.574	.594	.700*	
Abalakov	.572	.574	.594	.700*	

T20m. = Tiempo en 20 metros / T10m. = Tiempo en 10 metros; CMJ= Salto con Contramovimiento; N. M. = Nota Media; E. A. = Educación Artística; E. F. = Educación Física / Leng. = Lengua; Mat. = Matemáticas; Soc. = Ciencias Sociales; Nat. = Ciencias Naturales; Franc. = Francés; *. La correlación es significativa en el nivel 0.05; **. La correlación es significativa en el nivel 0.01

5. DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue analizar y evaluar tanto el rendimiento físico, a través de la fuerza, como el rendimiento académico, a través de la nota media del alumnado de la muestra. Así como, a partir de estas evaluaciones de ambos rendimientos por separado, analizar la relación que existe entre ambas variables.

Como hallazgo y datos relevantes a destacar se puede observar que existe relación significativa entre ambas variables (rendimiento académico y rendimiento físico), siendo la relación entre las variables de sprint y la nota media del alumnado negativa, y positiva entre las variables de salto y la nota media. Por lo tanto, la hipótesis que se planteó al principio del trabajo se ha confirmado, ya que el alumnado que ha obtenido mejores resultados de rendimiento físico, medido a través de la fuerza tiende a obtener mejores resultados de rendimiento académico, medido a través de su nota media.

Respecto a las variables analizadas, en cuanto al rendimiento académico, se puede observar que la edad no es determinante, ya que el alumnado se le evalúa en consonancia con los conocimientos que se le han enseñado a lo largo del curso, los cuales están adaptados a su etapa educativa. En cuanto a la nota media, los datos que se han obtenido en el presente estudio no muestran diferencias significativas entre grupos ($G1=7'83$, $G2=7'10$ y $G3=7'73$). Uno de los estudios que analizaron esta variable del rendimiento académico, obtuvo unos resultados diferentes. Esto podría ser debido a que usaron solo las notas de Inglés, Matemáticas y Ciencias, no los resultados de todas las asignaturas, además, las notas se ponían en un rango de 1 a 9, no hasta el 10, como se ha utilizado en nuestro estudio (Booth et al., 2013).

Con respecto a la variable de rendimiento físico, hay muchos estudios que la han analizado, en nuestro estudio se ha dividido en diferentes variables. Para las tres primeras se usó una prueba de sprint, utilizando las variables del tiempo en 20 metros, del tiempo en 10 metros y del tiempo en 10-20 metros. Haciendo referencia a la primera de estas variables, el tiempo en 20 metros, $G1; 4'20$, $G2; 4'01$ y $G3; 3'93$, estos valores medios son debido a que a medida que son mayores (tienen

mayor edad) obtienen unos resultados superiores, debido a que están físicamente más desarrollados, conllevando esto a que realicen el recorrido más rápido, es decir, en menos tiempo. Se observó la misma tendencia en el tiempo en 10 metros, G1; 2'28, G2; 2'18 y G3; 2'14, y el tiempo en 10-20 metros, G1; 1'92, G2; 1'82 y G3; 1'78. La tendencia que a medida que aumenta la distancia se incrementan las diferencias, esto es debido a que el alumnado con mayor edad, normalmente, está más desarrollado físicamente. Estudios previos han utilizado el sprint como variable (Amonette et al., 2014), realizando pruebas de este tipo para obtener valores que pudieran servir para el desarrollo del estudio. Los resultados obtenidos son bastante diferentes, ya que los sprints que se realizaban en ese estudio eran de 36.6 metros, es decir 16.6 metros más que en este. Aunque también es importante decir que hacían otra medición a los 9.1 metros, por lo que tampoco se puede comparar exactamente con nuestros resultados, siendo además un alumnado de entre 10 y 19 años, por lo que solo los menores alumnos de ese estudio se podrían comparar con los nuestros, ya que en esta variable la edad es un factor determinante.

Por otra parte, se utilizó la variable del salto vertical, utilizando y obteniendo diferentes notas medias tanto de CMJ, G1; 14'40, G2; 16'42 y G3; 20'88, como de Abalakov, G1; 17'28, G2; 19'71 y G3; 25'06, siendo esta variable determinada por la edad, al igual que en el sprint. También existen estudios anteriores que han trabajado con CMJ (Floría & Harrison, 2013), datos que no se pueden comparar con los obtenidos en nuestro estudio, ya que este se realizó con 36 niñas y 20 mujeres. Las edades de las niñas estaban comprendidas entre 5 y 8 años, y las de las mujeres adultas tenían una media de 22.3 años, por lo que tampoco se puede comparar los resultados por edad, pero se puede observar observar que la tendencia de los resultados es la misma, ya que a medida que aumenta la edad aumenta el rendimiento.

Con respecto a la relación que existe entre el rendimiento físico medido a través del sprint y el rendimiento académico, se hace referencia a los datos obtenidos en nuestro estudio. Las relaciones se diferencian según grupo y según prueba. Tiempo en 20 metros, las relaciones son las siguientes, G1 ($r = -0.712$), G2 ($r = -0.690$), G3, ($r = -0.879$), para el

tiempo en 10 metros, G1, $r = -0'644$, G2, $r = -0'662$, G3, $r = -0'865$, y para el tiempo en 10-20 metros, G1, $r = -0'747$, G2, $r = -0'702$, G3, $r = -0'790$. Teniendo en cuenta, además, los datos obtenidos con respecto a este tipo de relación en otros estudios (Eveland-Sayers et al., 2009) son realmente similares a los obtenidos en el presente estudio, ya que la relación es negativa, aunque un poco inferior a los valores de relación que se han obtenido en este estudio, $r = -0.28$.

En cuanto a la relación que existe entre el rendimiento físico medido a través del salto y el rendimiento académico, al igual que anteriormente, se hace referencia a los datos obtenidos en el presente estudio. A tener en cuenta los diferentes grupos y las dos pruebas realizadas de salto, CMJ y Abalakov. En el CMJ, los datos de las relaciones son los siguientes, G1, $r = 0'776$, G2, $r = 0'820$, G3, $r = 0'648$, y para Abalakov, G1, $r = 0'776$, G2, $r = 0'820$, G3, $r = 0'648$. En relación con este aspecto, se observó en estudios similares relaciones positivas. Lo cual va en línea con los resultados obtenidos en el presente estudio (Arday et al., 2014; Booth et al., 2013; Castelli et al., 2007; Coe et al., 2006; Esteban-Cornejo et al., 2014; Eveland-Sayers et al., 2009; Geertsens et al., 2016; Haapala et al., 2017; Keating et al., 2013;).

6. CONCLUSIONES

En el presente estudio se observó que el rendimiento físico (fuerza) tiene una fuerte relación con el rendimiento académico.

Los resultados obtenidos, sugieren que existe una relación positiva entre el rendimiento físico (fuerza) y el rendimiento académico, por lo que a mayor rendimiento físico (fuerza), mayor rendimiento académico.

Como aplicaciones prácticas Los resultados derivados de este estudio permiten sugerir que la actividad física es importante, ya que aporta beneficios no solo para la salud de los más pequeños, sino también para aumentar su capacidad cognitiva, aumentando de esta manera sus resultados académicos. Este conocimiento podría llevar y crear conciencia a la sociedad de la importancia de hacer deporte para la mejora cognitiva.

Otra aplicación práctica sería la inclusión de entrenamientos de fuerza en los más jóvenes, tanto en las clases de educación física, como en actividades extraescolares, ya que se podrían incluir este tipo de contenidos de fuerza, bajo la indispensable supervisión, monitorización y control por especialistas en la materia.

7. REFERENCIAS

- Amonette, W. E., Brown, D., Dupler, T. L., Xu, J., Tufano, J. J., & De Witt, J. K. (2014). Physical determinants of interval sprint times in youth soccer players. *Journal of human kinetics*, 40(0), 113–120. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0013>
- Amonette, W. E., Tufano, J. J., Brown, L. E., Spiering, B. A., De Witt, J. K., Dupler, T. L., & Tran, T. T. (2012). Peak vertical jump power estimations in youths and young adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7), 1749–1755. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182576fle>
- Arday, D. N., Fernández Rodríguez, J. M., Jiménez Pavón, D., Castillo, R., Ruiz, J. R., & Ortega, F. B. (2014). A Physical Education trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(1), e52–e61. <https://doi.org/10.1111/sms.12093>
- Bencke, J., Damsgaard, R., Saekmose, A., Jorgensen, P., Jorgensen, K., & Klausen, K. (2002). Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 12(3), 171–178. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2002.01128.x>
- Booth, J. N., Leary, S. D., Joinson, C., Ness, A. R., Tomporowski, P. D., Boyle, J. M., & Reilly, J. J. (2013). Associations between objectively measured physical activity and academic attainment in adolescents from a UK cohort. *British journal of sports medicine*, 48(0), 465–470. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092334>
- Castelli, D. M., Hillman, C. H., Buck, S. M., & Erwin, H. E. (2007). Physical fitness and academic achievement in third- and fifth-grade students. *Journal of sport & exercise psychology*, 29(0), 239–252. <https://doi.org/10.1123/jsep.29.2.239>
- Coe, D. P., Pivarnik, J. M., Womack, C. J., Reeves, M. J., & Malina, R. M. (2006). Effect of Physical Education and Activity Levels on Academic Achievement in Children. *Medicine and science in sports and exercise*, 38(8), 1515–1519. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000227537.13175.1b>

- Esteban-Cornejo, I., Tejero-González, C., Martínez-Gómez, D., Del-Campo, J., González-Galo, A., Padilla-Moledo, C., Sallis, J., & Veiga, O. (2014). Independent And Combined Influence Of The Components Of Physical Fitness On Academic Performance In Youth. *The Journal of pediatrics*, 165(2), 306–312.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.04.044>
- Eveland-Sayers, B. M., Farley, R. S., Fuller, D. K., Morgan, D. W., & Caputo, J. L. (2009). Physical Fitness and Academic Achievement in Elementary School Children. *Journal of physical activity & health*, 6(1), 99–104. <https://doi.org/10.1123/jpah.6.1.99>
- Fernández-Lázaro, D., Díaz, J., Caballero, A., & Córdoba, A. (2019). The training of strength-resistance in hypoxia: effect on muscle hypertrophy. *Biomedica : revista del Instituto Nacional de Salud*, 39(1), 212–220. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v39il.4084>
- Floría, P., & Harrison, A. J. (2013). The effect of arm action on the vertical jump performance in children and adult females. *Journal of applied biomechanics*, 29(0), 655–661. <https://doi.org/10.1123/jab.29.6.655>
- Geertsens, S. S., Thomas, R., Larsen, M. N., Dahn, I. M., Andersen, J. N., Krause-Jensen, M., Nielse, C. M., Wienecke, J., Ritz, C., Krstrup, P., & Lundbye-Jensen, J. (2016). Motor Skills and Exercise Capacity Are Associated with Objective Measures of Cognitive Functions and Academic Performance in Preadolescent Children. *PloS one*, 11(8), e0161960. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161960>
- Haapala, E. A., Väistö, J., Lintu, N., Westgate, K., Ekelund, U., Poikkeus, A.-M., Brage, S., & Lakka, T. A. (2017). Physical activity and sedentary time in relation to academic achievement in children. *Journal of science and medicine in sport*, 20(6), 583–589. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.11.003>
- Hillsdon M, Foster C. (2018). What are the health benefits of muscle and bone strengthening and balance activities across life stages and specific health outcomes?. *Journal of frailty, sarcopenia and falls*, 3(2):66-73. <https://doi.org/10.22540/JFSF-03-066>
- Keating, X. D., Castelli, D., & Ayers, S. F. (2013). Association of weekly strength exercise frequency and academic performance among students at a large university in the United States. *The journal of strength and conditioning research*, 27(7), 1988–1993. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318276bb4c>
- Sprint, G., Cook, D., Weeks, D., Dahmen, J., & La Fleur, A. (2017). Analyzing Sensor-Based Time Series Data to Track Changes in Physical Activity during Inpatient Rehabilitation. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 17(10), 2219. <https://doi.org/10.3390/s17102219>

PREFERENCIAS DE ACTIVIDAD FÍSICO DEPORTIVA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LA UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA UCC

OLMER JESUS ACEROS VARGAS

Universidad Cooperativa de Colombia UCC

JOSÉ MANUEL DELFA DE LA MORENA

Universidad Rey Juan Carlos

1. INTRODUCCIÓN

La práctica regular de actividad física se erige como un pilar fundamental para la promoción de la salud y el bienestar general de la población, abarcando desde la mejora de la salud mental hasta la optimización del rendimiento académico (Biddle & Asare, 2011; Malla Acevedo, 2023). Este comportamiento, crucial para el desarrollo integral del individuo, se define como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exige un gasto de energía. No obstante, a pesar de sus beneficios ampliamente reconocidos, la comunidad estudiantil universitaria a nivel global exhibe una preocupante tendencia hacia el sedentarismo y la adopción de estilos de vida poco saludables, un fenómeno influenciado por las exigencias académicas y las transformaciones en los patrones de vida.

Este periodo universitario es particularmente crítico para el establecimiento y consolidación de hábitos conductuales que pueden perdurar a lo largo de la vida adulta. Las intensas demandas académicas, los cambios en las redes sociales y la mayor autonomía en la toma de decisiones sobre el uso del tiempo libre son factores que contribuyen significativamente a esta problemática, desviando a los jóvenes de la práctica de actividad física. La inactividad física en la población universitaria no es solo una cuestión de hábitos individuales, sino un problema de salud pública con

implicaciones significativas, asociándose con un mayor riesgo de deterioro de la calidad de vida en general (Paramio Leiva et al., 2017).

Dada la trascendencia de esta problemática y el rol formativo de las instituciones de educación superior, las universidades se posicionan como entornos privilegiados para la promoción de estilos de vida activos. Su capacidad para influir en una población numerosa de jóvenes adultos durante un periodo formativo clave les confiere una responsabilidad inherente en la implementación de programas de bienestar. (Herrera Mendoza, 2023) Sin embargo, la efectividad de estas intervenciones depende crucialmente de un conocimiento profundo de las preferencias reales de los estudiantes.

La literatura científica enfatiza que comprender las preferencias de una población frente a la realización de ejercicio físico y práctica deportiva permite analizar los hábitos que estas personas mantienen, incluyendo datos específicos como la duración y la frecuencia del entrenamiento. Además, facilita el análisis de los factores motivacionales y las barreras que se presentan al realizar actividad física (Barboza Izarra & Gutiérrez Huamaní, 2024). Sin esta información precisa, los esfuerzos institucionales para promover estilos de vida activos pueden resultar ineficaces, perpetuando los patrones de sedentarismo entre los universitarios.

En el contexto específico de la Universidad Cooperativa de Colombia UCC, campus Bucaramanga, a pesar de su compromiso con la formación integral de sus estudiantes y la promoción de la actividad física, se ha identificado una carencia de información sistemática sobre las preferencias físico deportivas específicas de su población estudiantil. Esta brecha de conocimiento ha limitado la capacidad de la institución para diseñar e implementar intervenciones verdaderamente alineadas con los intereses y necesidades de sus alumnos. (Malla Acevedo, 2023)

La ausencia de estudios previos en este contexto particular genera una disparidad entre la oferta de programas deportivos existentes y los intereses genuinos de los estudiantes, lo que puede traducirse en bajos niveles de participación y adherencia a las iniciativas de bienestar. Por lo tanto, la presente investigación surge como una respuesta directa a

esta necesidad institucional y académica, buscando proporcionar datos empíricos que subsanen esta deficiencia.

El objetivo general de este estudio es analizar las preferencias de actividad físico deportiva en estudiantes universitarios de la Universidad Cooperativa de Colombia, campus Bucaramanga. Para lograrlo, se plantean objetivos específicos que incluyen identificar las modalidades más preferidas, determinar las diferencias en las preferencias según el género, establecer un perfil de preferencias para el diseño de programas institucionales y analizar la relación entre las preferencias manifestadas y la oferta institucional actual.

Este estudio se fundamenta en la hipótesis general de que existen diferencias significativas en las preferencias de actividad físico deportiva entre los estudiantes universitarios de la UCC. De manera más específica, se hipotetiza que los estudiantes universitarios hombres de la UCC mostrarán mayor preferencia por deportes de conjunto y actividades de alta intensidad en comparación con las mujeres (H1), mientras que las estudiantes universitarias mujeres de la UCC se inclinarán por actividades orientadas al fitness y rítmicas (H2). Se espera que el entrenamiento funcional figure entre las tres modalidades más preferidas independientemente del género (H3), y que exista un porcentaje significativo de modalidades preferidas que actualmente no formen parte de la oferta institucional de la UCC (H4).

Desde el ámbito académico, el estudio contribuye significativamente al cuerpo de conocimiento sobre el comportamiento físico deportivo en la población universitaria colombiana, un área insuficientemente explorada. Los resultados proporcionarán bases empíricas para comprender mejor los patrones de preferencia según variables sociodemográficas, enriqueciendo los modelos explicativos del comportamiento físico deportivo.

Desde la perspectiva institucional, la investigación responde directamente a la necesidad de la UCC de contar con información precisa y actualizada sobre las preferencias de sus estudiantes en materia de actividad física. Esta información es crucial para la toma de decisiones informadas sobre la oferta de programas deportivos, la inversión en infraestructura y la asignación de recursos, optimizando los esfuerzos para fomentar la actividad

física. (Solano Armenta, 2023) Una oferta adaptada a los intereses reales tiene el potencial de incrementar la participación y adherencia, maximizando el impacto de las políticas de bienestar universitario.

Socialmente, la investigación adquiere relevancia al contribuir a la promoción de estilos de vida saludables en una población particularmente vulnerable al sedentarismo. Al facilitar el desarrollo de programas deportivos más alineados con los intereses reales de los estudiantes, este estudio puede favorecer un aumento significativo en los niveles de participación en actividades físicas, con los consiguientes beneficios para la salud física y mental de la comunidad universitaria. Esto se alinea con la comprensión de que la motivación autodeterminada es crucial para la adherencia a largo plazo (Durán Vinagre et al., 2021), la cual se fomenta al satisfacer las necesidades psicológicas básicas de competencia, autonomía y relación a través de actividades de interés genuino.

Finalmente, este estudio posiciona a la UCC como una institución comprometida con el bienestar integral de sus estudiantes, alineando sus esfuerzos con recomendaciones internacionales sobre la promoción de la actividad física en entornos universitarios. Los resultados no solo beneficiarán a la UCC, sino que servirán como referente para otras universidades de la región interesadas en desarrollar programas deportivos basados en evidencia.

2. METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental, transversal y descriptivo. La elección del enfoque cuantitativo se fundamentó en la necesidad de examinar los datos de manera numérica, permitiendo la aplicación de técnicas estadísticas para la identificación de patrones y la cuantificación de las preferencias físico deportivas y los niveles de actividad física en la población estudiantil. Este enfoque es idóneo para describir la magnitud de las preferencias y los niveles de actividad física en una población definida.

El carácter no experimental del diseño se debió a que no se manipuló ninguna variable independiente; en su lugar, se observaron las

preferencias de actividad físico deportiva tal como se manifestaban en su contexto natural, sin intervención alguna por parte de los investigadores. Esto permitió una descripción fidedigna de la realidad sin introducir sesgos por manipulación. (Biddle & Asare, 2011) El diseño transversal implicó que la recolección de datos se realizó en un único momento temporal específico, proporcionando una fotografía de las preferencias de actividad físico deportiva y los niveles de actividad física de los estudiantes universitarios en un punto determinado en el tiempo.

El alcance descriptivo del estudio permitió caracterizar detalladamente las preferencias de los estudiantes, analizando y comparando estas según variables sociodemográficas clave como el género, la edad, el programa académico y el estrato socioeconómico. Esta caracterización exhaustiva ofreció una visión comprensiva del fenómeno estudiado, identificando las modalidades más populares, las diferencias entre subgrupos y los niveles de cumplimiento de las recomendaciones de actividad física. (Geamonond Nunes, 2020) Adicionalmente, el estudio incorporó elementos comparativos al examinar las diferencias en las preferencias según el género de los participantes, lo que enriqueció la comprensión del fenómeno y proporcionó información más completa para el desarrollo de programas deportivos diferenciados y equitativos.

La población objetivo de este estudio estuvo conformada por el universo de estudiantes universitarios matriculados en la Universidad Cooperativa de Colombia UCC, campus Bucaramanga, durante el periodo académico 2025. Para asegurar la homogeneidad y validez interna de la muestra, se establecieron criterios de inclusión y exclusión rigurosos. Se incluyeron estudiantes matriculados activamente en cualquier programa de pregrado, con edades entre 16 y 30 años, que otorgaron consentimiento informado y completaron el cuestionario. Se excluyeron estudiantes en intercambio o movilidad internacional, y participantes con información incompleta o inconsistente. (Restrepo Betancur, 2022).

Se empleó un muestreo probabilístico aleatorio simple, garantizando que cada estudiante de la población objetivo tuviera la misma probabilidad de ser seleccionado. Este método minimiza el sesgo de selección y permite la generalización de los resultados a la población total de estudiantes de la UCC (Gutiérrez Betancur et al., 2013). La selección

aleatoria se llevó a cabo a partir de la base de datos institucional de estudiantes matriculados.

El tamaño de la muestra se determinó utilizando la fórmula para estimar proporciones en poblaciones finitas, dado que el universo de estudiantes de la UCC en Bucaramanga es conocido y limitado. La fórmula utilizada fue $n = \frac{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}$, donde N es el tamaño de la población, Z es el valor Z para un nivel de confianza del 95% (1,96), p es la proporción esperada de la característica (0,5 para máxima variabilidad), y e es el margen de error (0,05). Dado que la población estudiantil supera los 1.000 individuos, se obtuvo un tamaño de muestra mínimo recomendado de 384 estudiantes, lo que garantiza una estimación precisa de las proporciones poblacionales con un margen de error aceptable (Restrepo Betancur, 2022).

La muestra final estuvo compuesta por 384 estudiantes. Las características sociodemográficas revelaron una edad media de 21,4 años (DE = 2,9), con un 52,3% de hombres y 47.7% de mujeres. La Facultad de Educación representó el 54% de la muestra.

Para la recolección de datos, se utilizó un cuestionario ad hoc diseñado con dos secciones: sociodemográfica (género, edad, programa académico, semestre, frecuencia de actividad física, jornada, estrato) y de preferencias físico deportivas. Esta última valoró 20 modalidades mediante una escala Likert de 5 puntos (1= nada a 5= muchísimo), e incluyó una pregunta abierta para identificar preferencias no listadas. Las modalidades incluidas fueron: fútbol, baloncesto, voleibol, atletismo, natación, ciclismo, tenis, entrenamiento funcional, musculación, artes marciales, yoga, pilates, zumba, aeróbicos, spinning, senderismo, baile, deportes extremos, actividades al aire libre y crossfit.

El procedimiento de investigación se desarrolló en fases sistemáticas. Inicialmente, se elaboró un documento informativo sobre el estudio, su carácter voluntario y anónimo, distribuido presencial y digitalmente (vía WhatsApp con enlace a un formulario de Microsoft Forms). No se requirió consentimiento informado por escrito debido al anonimato, pero la introducción del formulario especificaba la voluntariedad y que el envío implicaba consentimiento para fines investigativos.

La recolección de datos se realizó durante 12 semanas (febrero abril de 2025), con dos recordatorios para maximizar la respuesta hasta alcanzar la muestra objetivo. Los datos se exportaron de Microsoft Forms a Excel para depuración y luego se importaron a IBM SPSS Statistics para análisis. El proyecto fue previamente revisado y aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la UCC (CEI), garantizando el cumplimiento de los principios éticos fundamentales.

Los datos fueron analizados con IBM SPSS Statistics. Se realizaron análisis descriptivos de variables sociodemográficas (frecuencias, porcentajes) y continuas (media, mediana, desviación estándar, rangos). Para las preferencias, se calcularon medidas de tendencia central y dispersión por modalidad y género, estableciendo un ranking basado en puntuaciones medias y porcentajes de alta preferencia. La pregunta abierta se analizó cualitativamente (análisis de contenido) y cuantitativamente (frecuencias, porcentajes). Finalmente, se realizaron análisis de correlación de Pearson para explorar asociaciones entre preferencias.

3. RESULTADOS

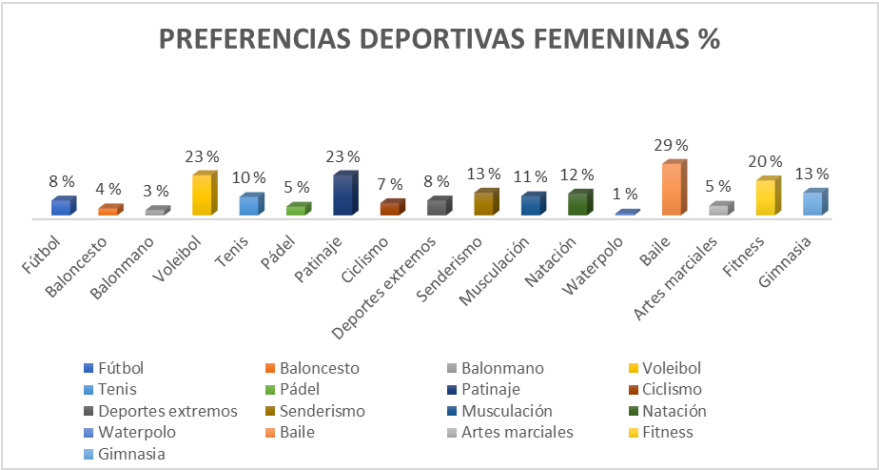
Para cambiar la forma en que se ajusta una imagen en el documento, haga clic y aparecerá un botón de opciones de diseño junto a la imagen. Cuando trabaje en una tabla, haga clic donde desee agregar una fila o columna.

La muestra del estudio estuvo compuesta por 384 estudiantes universitarios de la Universidad Cooperativa de Colombia UCC, campus Bucaramanga. La edad promedio de los participantes fue de 21,4 años ($DE = 2,9$), y el rango de edad se situó entre los 16 y 30 años. En cuanto a la distribución por sexo, el 52,3% ($n=201$) se identificó como hombre y el 47,7% ($n=183$) como mujer, lo que refleja una ligera predominancia masculina en la composición de la muestra estudiada.

La distribución por programas académicos reveló una concentración significativa en la Facultad de Educación, que representó el 54% ($n=207$) de la muestra. Le siguieron la Facultad de Ciencias de la Salud con un 23% ($n=88$), Ciencias Administrativas con un 15% ($n=58$), y otras facultades que en conjunto sumaron el 8% ($n=31$) restante. La mayoría de los estudiantes se encontraban cursando entre primero y

octavo semestre, mostrando una distribución relativamente homogénea a lo largo de la trayectoria académica.(Herrera Mendoza, 2023).

FIGURA 1.



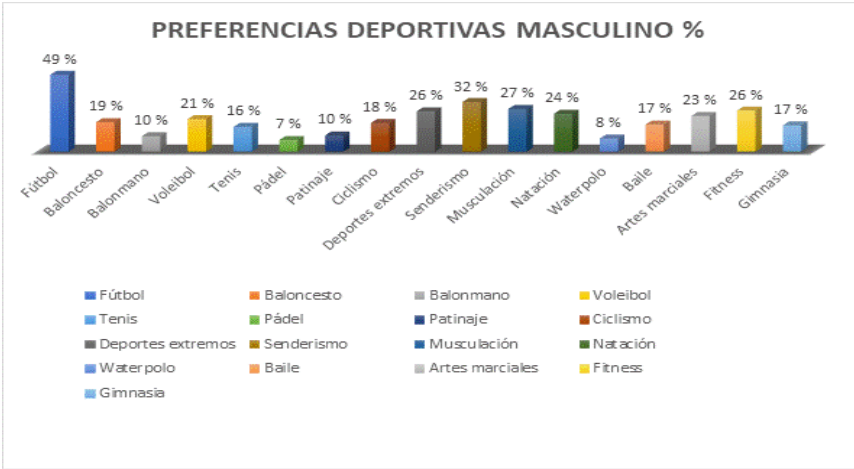
Fuente: elaboración propia

En cuanto a las preferencias deportivas, el fútbol se posicionó como la actividad física más preferida y practicada, siendo señalada como su principal deporte por un contundente 44% (n=169) de los estudiantes. Le siguieron en orden de preferencia el fitness/gimnasio con un 19% (n=73), el baloncesto con un 9% (n=35), el voleibol con un 7% (n=27), el ciclismo con un 4% (n=15) y el baile con un 3% (n=12). Otras modalidades como la natación, el atletismo, el entrenamiento funcional, las artes marciales, el yoga, el pilates, la zumba, los aeróbicos, el spinning, el senderismo, los deportes extremos, las actividades al aire libre y el crossfit obtuvieron porcentajes de preferencia individualmente menores al 3%.

Al analizar las diferencias por sexo, se observaron patrones de preferencia significativamente diferenciados. Los hombres mostraron una marcada preferencia por deportes de equipo y competitivos: el fútbol fue la principal preferencia para los hombres n=145, y el baloncesto n=33. En contraste, las mujeres se inclinaron más por actividades individuales, grupales o recreativas: el fitness/gimnasio fue la principal preferencia de las mujeres n=52, el voleibol para n=19 y el baile para el

n=13. Esta tendencia es coherente con patrones culturales ampliamente documentados en la literatura, donde los deportes de equipo, especialmente el fútbol, gozan de mayor popularidad entre los hombres, mientras que las mujeres tienden a participar más en actividades grupales o recreativas (Aznar Ballesta et al., 2023).

FIGURA 2.



Fuente: elaboración propia

La edad también pareció influir en las preferencias manifestadas. Los estudiantes menores de 21 años (n=205) mostraron un interés significativamente mayor por deportes competitivos como el fútbol (55% de este grupo) y el baloncesto (12%). Por otro lado, los estudiantes mayores de 21 años (n=179) tendieron a inclinarse más por actividades individuales o de mantenimiento físico, como el gimnasio (28% de este grupo) y el ciclismo (7%). Este patrón puede estar asociado a cambios en las prioridades personales, la disponibilidad de tiempo y la búsqueda de flexibilidad a medida que avanza la vida universitaria y las responsabilidades académicas y personales aumentan. (Barboza Izarra & Gutiérrez Huamaní, 2024).

En cuanto a la oferta institucional, el estudio reveló que el acceso a instalaciones y la oferta de la UCC parecen favorecer la práctica de deportes de equipo, lo cual se alinea con la alta preferencia por el fútbol y baloncesto. Sin embargo, solo el 38% (n=146) de los estudiantes consideró

adecuadas las instalaciones deportivas cercanas al campus o las ofrecidas por la universidad, lo que podría limitar la diversificación de la práctica deportiva y la participación en modalidades menos tradicionales o que requieren infraestructura específica. Este hallazgo sugiere una brecha entre las preferencias de los estudiantes y la infraestructura disponible.

Respecto a los niveles de actividad física reportados, el 59% (n=226) de los estudiantes indicó realizar actividad física intensa (deporte o ejercicio vigoroso) al menos tres días por semana. Un 52% (n=199) reportó practicar actividades físicas moderadas con igual frecuencia. No obstante, al comparar estos datos con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que sugieren al menos 150 minutos semanales de actividad física moderada o 75 minutos de actividad intensa para adultos jóvenes, solo el 47% (n=180) de los encuestados cumplía con estos mínimos. El 29% (n=111) de la muestra realizaba actividad física intensa entre uno y dos días por semana, y un 10% (n=38) declaró no practicar ejercicio intenso de manera regular.

Al comparar los niveles de actividad física por sexo, se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Los hombres presentaron una mayor frecuencia de actividad física intensa (media = 3,1 días/semana) en comparación con las mujeres (media = 2,3 días/semana). Esta brecha de género en la práctica de actividad física ha sido ampliamente reportada y se asocia tanto a factores culturales como a percepciones de autoeficacia y acceso a oportunidades deportivas (Herrera Mendoza, 2023). Por otro lado, los estudiantes de la Facultad de Educación, especialmente aquellos vinculados a programas de educación física, exhibieron los niveles más altos de actividad física, con un 74% (n=153 de los estudiantes de Educación) cumpliendo las recomendaciones de la OMS, frente a solo el 39% (n=69 de los estudiantes de otras facultades).

El comportamiento sedentario también se identificó como un aspecto relevante y preocupante. El tiempo promedio que los estudiantes reportaron pasar sentados o recostados fue de 6,2 horas diarias. Más aún, un 27% (n=104) de la muestra reportó pasar más de 8 horas diarias en esta condición. Este dato es alarmante, ya que el sedentarismo se asocia con un mayor riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles, deterioro de la salud mental y un impacto negativo en el rendimiento

académico, superando los valores recomendados. (Brito Mancheno, 2024) Además, se observó que el comportamiento sedentario tendía a aumentar ligeramente con la edad y era más prevalente en estudiantes de carreras no relacionadas con la educación física, lo que sugiere la necesidad de intervenciones focalizadas según el perfil académico y la edad.

4: DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio sobre las preferencias de actividad físico deportiva y los niveles de actividad física en estudiantes de la Universidad Cooperativa de Colombia UCC campus Bucaramanga, ofrecen una visión integral que, en gran medida, concuerda con la literatura existente sobre el comportamiento físico en poblaciones universitarias, tanto a nivel nacional como internacional. La predominancia del fútbol como la actividad más practicada entre los hombres y la preferencia por el fitness/gimnasio, voleibol y baile entre las mujeres, refleja patrones culturales y de género consistentes que han sido ampliamente documentados. Esta diferenciación de preferencias por género es un hallazgo robusto, consistentemente reportado en estudios recientes, como el de Aznar Ballesta et al. (2023), quienes observaron tendencias similares en adolescentes, un grupo etario cercano a la población universitaria.

La marcada preferencia por deportes de equipo, como el fútbol y el baloncesto, entre los hombres, y por actividades más individuales o grupales orientadas al fitness y la expresión corporal, como el baile, entre las mujeres, no es un fenómeno aislado. Estudios en contextos latinoamericanos, aunque a veces con poblaciones más jóvenes, como el de Betancourt Ocampo et al. (2022) en niños mexicanos, también han señalado estas diferencias de género en las preferencias deportivas. En el contexto colombiano, la investigación de Restrepo Betancur (2022) en estudiantes universitarios de Medellín también encontró que los deportes de equipo, particularmente el fútbol, eran los más preferidos por los hombres, mientras que las mujeres mostraban mayor inclinación por actividades como el fitness y el baile, lo que refuerza la validez externa de nuestros hallazgos en un contexto geográfico y cultural cercano.

La influencia de la edad en las preferencias, con un mayor interés por deportes competitivos en los estudiantes más jóvenes y actividades individuales en los mayores, puede ser interpretada a la luz de los cambios en las prioridades y la disponibilidad de tiempo a lo largo de la vida universitaria. A medida que los estudiantes avanzan en sus carreras, las exigencias académicas y otras responsabilidades pueden reducir el tiempo disponible para actividades físicas estructuradas, lo que los lleva a optar por modalidades más flexibles o de menor compromiso. (Herrera Mendoza, 2023) Esta dinámica sugiere la necesidad de una oferta deportiva universitaria que se adapte a las diferentes etapas del ciclo académico, proporcionando opciones que se ajusten a las cambiantes necesidades y limitaciones de tiempo de los estudiantes.

El hecho de que solo el 47% de los estudiantes cumpla con las recomendaciones mínimas de actividad física de la OMS es una preocupación significativa, aunque este porcentaje sea ligeramente superior a algunos reportes previos. Esta situación subraya la persistencia de la inactividad física como un desafío en la población universitaria, tal como lo destaca Solano Armenta (2023) en su revisión sobre la actividad física en estudiantes universitarios. La brecha de género en la frecuencia de actividad física intensa, con una mayor participación masculina, es un fenómeno persistente y multifactorial. Herrera Mendoza (2023), en su revisión sistemática, identifica factores asociados a los niveles de actividad física en universitarios, incluyendo elementos culturales y percepciones de autoeficacia que pueden influir en esta disparidad de género.

La inversión en infraestructura adecuada, la flexibilidad de horarios y la diversificación de la oferta para incluir modalidades de creciente interés, como el entrenamiento funcional cuya preferencia fue notable en los resultados, son acciones necesarias para eliminar estas barreras. La fortaleza observada en los niveles de actividad física de los estudiantes de la Facultad de Educación, especialmente aquellos vinculados a programas de educación física, es un indicador positivo que puede servir de modelo para otras facultades. Herrera Mendoza (2023) Esto sugiere que la integración de la actividad física de manera más transversal en el currículo universitario, o la creación de programas específicos dirigidos a estudiantes de otras áreas, podría ser una estrategia efectiva.

La motivación juega un papel crucial en la participación en actividad física. Rico Díaz et al. (2019) exploraron las motivaciones y hábitos de actividad física en alumnos universitarios, destacando la importancia de la motivación intrínseca. En este sentido, Mosqueda Ortiz y López Walle (2022) profundizan en cómo los climas motivacionales y la satisfacción de necesidades psicológicas básicas influyen en la motivación de deportistas. Estos enfoques teóricos resaltan que, al comprender las preferencias de los estudiantes, las instituciones pueden diseñar programas que satisfagan mejor sus necesidades psicológicas básicas (competencia, autonomía, relación), promoviendo así formas más autodeterminadas de motivación y, consecuentemente, una mayor adherencia a largo plazo.

El elevado tiempo promedio de comportamiento sedentario es un desafío significativo. Aunque el estudio de Betancourt Ocampo et al. (2022) se centra en niños, sus hallazgos sobre la prevalencia del sedentarismo en edades tempranas resaltan la importancia de abordar este comportamiento desde la juventud. En el contexto universitario, donde las exigencias académicas pueden fomentar largas horas de inactividad, es fundamental implementar estrategias para reducir el tiempo sedentario, como la promoción de micropausas activas o el fomento de desplazamientos activos dentro del campus.

A pesar de la solidez de los hallazgos, este estudio presenta algunas limitaciones inherentes a su diseño. El carácter transversal no permite establecer relaciones causales directas ni observar la evolución de las preferencias y los niveles de actividad física a lo largo del tiempo. Futuras investigaciones podrían emplear diseños longitudinales para capturar estos cambios dinámicos. Además, la recolección de datos se basó en el auto reporte, lo que podría introducir un sesgo de deseabilidad social. La inclusión de medidas objetivas de actividad física (e.g., acelerómetros) en futuros estudios podría proporcionar datos más precisos y complementar la información auto reportada. Finalmente, aunque la muestra fue representativa de la UCC campus Bucaramanga, la generalización de los resultados a otras universidades debe hacerse con cautela, considerando las particularidades culturales, socioeconómicas y geográficas de cada institución.

6. CONCLUSIONES

El presente estudio ha proporcionado una caracterización integral de los perfiles sociodemográficos, las preferencias de actividad físico deportiva y los niveles de actividad física de los estudiantes de la Universidad Cooperativa de Colombia UCC, campus Bucaramanga. Los hallazgos ofrecen una base sólida para la comprensión de los hábitos saludables en entornos universitarios, destacando tanto los avances como los desafíos persistentes en la promoción de la actividad física. La información recabada es crucial para la formulación de políticas y programas de bienestar estudiantil más efectivos y basados en evidencia.

Se identificó una población predominantemente joven, con una ligera mayoría masculina y una significativa representación de estratos socioeconómicos medios. El fútbol se consolidó como la modalidad más preferida y practicada, seguido por el fitness/gimnasio. Estos resultados validan la Hipótesis H1 y H2, al confirmar diferencias de género marcadas, con hombres inclinándose por deportes de equipo y mujeres por actividades individuales o grupales. Aunque el entrenamiento funcional no fue la modalidad principal, su presencia notable en las preferencias generales es relevante para la Hipótesis H3, sugiriendo un interés latente que podría ser capitalizado.

En síntesis, los resultados confirman la Hipótesis General de que existen diferencias significativas en las preferencias de actividad físico deportiva entre los estudiantes universitarios de la UCC, influenciadas por el género, la edad y el programa académico. Estos hallazgos subrayan la necesidad imperante de fortalecer las estrategias institucionales para la promoción de la actividad física y la salud en la educación superior. Es fundamental diseñar programas que aborden las barreras identificadas, como la falta de tiempo.

Las implicaciones prácticas para la UCC son claras. Se recomienda implementar intervenciones diferenciadas por género y facultad, así como campañas de sensibilización que fomenten la equidad en el acceso y la participación en actividades físico deportivas, basadas en las preferencias identificadas. Esto incluye la diversificación de la oferta deportiva

para incluir modalidades de creciente interés y la mejora de la infraestructura existente para hacerla más accesible y atractiva.

Además, es crucial que la universidad promueva la integración de la actividad física de manera transversal en el currículo, especialmente en facultades no relacionadas con la educación física, y fomente micro-pausas activas para contrarrestar el sedentarismo. La inversión en recursos humanos y materiales que apoyen estas iniciativas será fundamental para su éxito a largo plazo, buscando crear un entorno que facilite la adopción de estilos de vida activos.

Este estudio aporta evidencia relevante y contextualmente específica para la toma de decisiones en políticas universitarias de bienestar, la orientación curricular en educación física y la promoción de hábitos saludables en la juventud universitaria. La caracterización detallada de los estudiantes de la UCC constituye una base sólida para futuras investigaciones, incluyendo estudios longitudinales y la evaluación de intervenciones, y para el diseño de estrategias contextualizadas que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida y el rendimiento académico en la población universitaria.

Finalmente, se destaca la importancia de un enfoque integral y colaborativo entre las diferentes áreas de la universidad para crear un entorno que no solo ofrezca oportunidades para la actividad física, sino que también motive y facilite la adopción de estilos de vida activos y saludables de forma sostenible en la comunidad estudiantil de la UCC. Esto implica una comunicación constante con los estudiantes para comprender sus necesidades cambiantes y adaptar la oferta de manera proactiva.

7. REFERENCIAS

- Aznar Ballesta, A., Peláez Barrios, E. M., Salas, A., & Vernetta, M. (2023). Motivación y práctica deportiva en adolescentes en función del género, edad y deporte. *Didacticae: Revista de Investigación en Didácticas Específicas*.
- Barboza Izarra, N., & Gutiérrez Huamaní, O. (2024). La motivación en la práctica de actividades físicas. *Llimpi*, 4(2), 01–09. <https://doi.org/10.54943/lree.v4i2.479>
- Betancourt Ocampo, D., Jaimes Reyes, A. L., Tellez Vasquez, M. H., Rubio Sosa, H. I., & González González, A. (2022). Actividad física, sedentarismo y preferencias en la práctica deportiva en niños: panorama actual en México. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 22(1), 100–115. <https://doi.org/10.6018/cpd.429581>
- Biddle, S. J. H., & Asare, M. (2011). Physical activity and mental health in children and adolescents: A review of reviews. *British Journal of Sports Medicine*, 45(11), 886–895. <https://doi.org/10.1136/bjsports.2011.090185>
- Brito Mancheno, F. D. (2024). Natación en niños: Beneficios científicos para un desarrollo acuático temprano. *MENTOR Revista De investigación Educativa Y Deportiva*, 3(8), 700–718. <https://doi.org/10.56200/mried.v3i8.7640>
- Daniel, W. W., & Cross, C. L. (2018). *Biostatistics: A foundation for analysis in the health sciences*. John Wiley & Sons.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self determination in human behavior*. Plenum.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The what and why of goal pursuits: Human needs and the self determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268.
- Deliens, T., Deforche, B., De Bourdeaudhuij, I., & Clarys, P. (2015). Determinants of physical activity and sedentary behaviour in university students: A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12(1), 1–13.
- Durán Vinagre, M. Ángel, Sánchez Herrera, S., & Feu, S. (2021). La motivación de los estudiantes para realizar actividad física. *Revista INFAD De Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 2(1), 137–146. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2021.nl.v2.2126>
- Geamonond Nunes, L. (2020). Natación deportiva y salud mental: ¿hay una relación?. *Pensar En Movimiento: Revista De Ciencias Del Ejercicio Y La Salud*, 18(2), e44034. <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v18i2.44034>

- Gutiérrez Betancur, J. F., Agudelo Oquendo, J. J., & Cardona Mejía, L. M. (2013). Preferencias deportivas de la comunidad estudiantil: el caso de la Universidad de Antioquia. *Educación Física y Deporte*, 32(1), 1267–1274. <https://doi.org/10.17533/udea.efyd.16508>
- Herrera Mendoza, L. R. (2023). Factores asociados a los niveles de actividad física en estudiantes universitarios: revisión sistemática. *GADE: Revista Científica*, 3(2), 1 18. Recuperado a partir de <https://revista.redgade.com/index.php/Gade/article/view/210>
- Malla Acevedo, A. L. (2023). Actividad física y su influencia en el rendimiento académico de estudiantes universitarios. Revisión sistemática. *MENTOR Revista De investigación Educativa Y Deportiva*, 2(5), 281–299. <https://doi.org/10.56200/mried.v2i5.5694>
- Mosqueda Ortiz, S., & López Walle, J. M. (2022). Climas motivacionales, necesidades psicológicas básicas y motivación en deportistas de una institución privada. *Sinéctica*.
- Paramio Leiva, A., Gil Olarte Márquez, P., Guerrero Rodríguez, C., Mestre Navas, J. M., & Guil Bozal, R. (2017). Ejercicio físico y calidad de vida en estudiantes universitarios. *Revista INFAD De Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 2(1), 437–446. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.nl.v2.956>
- Rico Díaz, J., Arce Fernández, C., Padrón Cabo, A., Peixoto Pino, L., & Abelairas Gómez, C. (2019). Motivaciones y hábitos de actividad física en alumnos universitarios (Motivations and physical activity habits in university students). *Retos*, 36, 446–453. <https://doi.org/10.47197/retos.v36i36.69906>
- Restrepo Betancur, L. F. (2022). Preferencias deportivas por parte de estudiantes universitarios en Medellín, Colombia. *Cultura Educación Sociedad*, 13(2), 127–142. <https://doi.org/10.17981/cultedusoc.13.2.2022.07>
- Solano Armenta, Y. S. (2023). La actividad física en estudiantes universitarios. *Psic Obesidad*, 12(45), 21–26. <https://doi.org/10.22201/fesz.20075502e.2022.12.45.84862>

SECCIÓN II.

ACTIVIDAD FÍSICA Y MUJER

EVOLUCIÓN Y FACTORES RELACIONADOS CON LA ACTIVIDAD FÍSICA DURANTE EL EMBARAZO Y EL POSTPARTO

ENRIQUE RAMÓN ARBUÉS
Universidad San Jorge

ANAIS SEVIL PÉREZ
Universidad San Jorge

LUCÍA SAGARRA ROMERO
Universidad San Jorge

1. INTRODUCCIÓN

La actividad física proporciona incuestionables beneficios para la salud de las personas. Mejora la aptitud cardiorrespiratoria en cualquier grupo de edad, raza, etnia o sexo y ayuda a prevenir gran cantidad de enfermedades crónicas de todo tipo (Lavie et al., 2019). Además de los aparentes y demostrados beneficios para la salud física, la actividad física también impacta positivamente sobre la salud mental (Mahindru et al., 2023). Cada vez existe mayor evidencia acerca del efecto protector de la actividad física contra la ansiedad y la depresión (Rahmati et al., 2024). Del mismo modo, hay pruebas sólidas que demuestran que la actividad física puede ser una estrategia de tratamiento complementario eficaz para los trastornos depresivos y los trastornos relacionados con la ansiedad y el estrés (McKeon et al., 2022).

En la época perinatal, y siempre que tanto embarazo como postparto se desarrollen dentro de la normalidad, también se recomienda la práctica de actividad física regular y aeróbica («ACOG Committee Opinion No. 650», 2015; «Physical Activity and Exercise During Pregnancy and the Postpartum Period», 2020; Davies et al., 2018; Evenson et al., 2014; Barakat Carballo et al., 2019). En esta época, la actividad física se ha asociado con numerosos y significativos beneficios incluidos la mejora

de la salud mental de la mujer y la prevención de enfermedades propias del embarazo como son la diabetes gestacional, o los trastornos hipertensivos del embarazo (preeclampsia y eclampsia), entre otras (Dipietro et al., 2019; Gascoigne et al., 2023). Los mecanismos por los que la actividad física puede prevenir estas enfermedades todavía no se conocen en profundidad, si bien, parecen estar asociados una mejora en los parámetros del crecimiento placentario, una reducción del estrés oxidativo, una disminución de los marcadores de la inflamación y una mejora de la función endotelial (Weissgerber et al., 2004; Weissgerber et al., 2006).

En nuestro país la Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia (SEGO) recomienda que toda gestante sin contraindicaciones de tipo médico se mantenga activa físicamente durante su embarazo. Así, las mujeres embarazadas deberían acumular al menos 150 minutos semanales de actividad física de intensidad moderada, con el objeto de conseguir beneficios para su salud y al mismo tiempo reducir la posibilidad de complicaciones durante la gestación. Además, el tipo de actividades desarrolladas en ese tiempo debería incluir ejercicios de resistencia aeróbica, fuerza muscular, equilibrio y coordinación motriz, flexibilidad y trabajo del suelo pélvico. Por el contrario, las contraindicaciones absolutas para la práctica de actividad física en esta época son escasas, limitándose a aquellas mujeres que sufren ruptura prematura de membranas, amenaza de parto prematuro, placenta previa después de la semana 20 de gestación, preeclampsia, cérvix incompetente, crecimiento intrauterino retardado, embarazo múltiple, Diabetes tipo I no controlada, hipertensión no controlada, enfermedad tiroidea no controlada u otros trastornos graves de tipo cardiovascular, respiratorio o similar (Barakat Carballo et al., 2019). Los estudios previos sobre el tema, con frecuencia, sólo informan sobre la actividad física de tipo recreacional o lúdica, no valorando las actividades desarrolladas en otras áreas como pueden ser el hogar, la movilidad-transporte o el entorno laboral. Del mismo modo, existe un vacío en la evidencia en lo referente al modo en que varían los niveles de actividad física a lo largo del embarazo y posteriormente en el postparto.

Tras el parto, la actividad física se asocia a varios beneficios cuantificables para las mujeres que acaban de dar a luz (Chawrylak et al., 2024).

La práctica de ejercicio mejora o mantiene el estado cardiovascular y la salud mental de las púerperas. La actividad física promueve una reducción de la presión arterial, un mejor control del peso, un aumento de la fuerza muscular y una reducción del riesgo de desarrollar procesos de ansiedad y de depresión (C. L. Harrison et al., 2016; Kołomańska-Bogucka & Mazur-Bialy, 2019; Pivarnik, 1996). Incluso, algunos autores han asociado la actividad física con beneficios para la lactancia y el amamantamiento (C. L. Harrison et al., 2016).

Así pues, conocer, monitorizar y, en su caso, promover la actividad física en las embarazadas y, después, en la época del postparto es crucial para la prevención y el manejo de problemas en la época perinatal. La escasa literatura disponible parece señalar una disminución paulatina de la actividad física a lo largo del embarazo, si bien la magnitud de este descenso permanece sin aclarar y es muy variable según los análisis reportados (Badon et al., 2016; Clarke et al., 2005). Respecto al tipo de actividad física más habitual, la evidencia sugiere que caminar es la opción preferente para gestantes en detrimento de otras actividades de mayor intensidad como correr, ir en bicicleta, nadar o la práctica de deportes acuáticos (Albright et al., 2005; Evenson et al., 2004; Mottola & Campbell, 2003).

El volumen de la investigación acerca de los patrones de actividad física en el postparto es considerablemente inferior, si bien, algunos estudios han mostrado un aumento significativo de la actividad física respecto a la desarrollada en las últimas fases de la gestación (K. Borodulin et al., 2009; Pereira et al., 2007). En todo caso, toda esta información debe ser tomada con cautela dado que un número importante de los estudios disponibles presentan importantes limitaciones metodológicas como son el uso de metodologías retrospectivas, el análisis de muestras de pequeño tamaño o la cuantificación de la actividad física a través de instrumentos poco fiables (Kramer & McDonald, 2006; Poudevigne & O'Connor, 2006). Con objeto de paliar estas lagunas de la evidencia, esta investigación se propusieron los siguientes objetivos:

2. OBJETIVOS

Los objetivos de esta investigación fueron:

1. Describir las características y evolución de la actividad física desarrollada a lo largo del embarazo y hasta tres meses postparto por una cohorte de mujeres de nuestro medio.
2. Determinar los factores asociados a la práctica de actividad física en este periodo.

3. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO Y PARTICIPANTES

Se llevó a cabo un estudio descriptivo longitudinal prospectivo sobre una cohorte de mujeres atendidas en el Centro Médico de Especialidades Inocencio Jiménez de Zaragoza (Sector III de Zaragoza, Aragón) durante su embarazo y postparto. Se excluyó del estudio a aquellas gestantes que presentaban alguno de los factores señalados por el American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) como contraindicaciones absolutas para la práctica de actividad física en el embarazo («Physical Activity and Exercise During Pregnancy and the Postpartum Period», 2020).

El periodo de reclutamiento se inició en enero de 2023 y se prolongó hasta el mes de septiembre de ese mismo año. Se captó a las participantes en su primera visita de control de embarazo mediante muestreo consecutivo. La colección de datos se extendió alrededor de un año para cada participante, a través de cuatro momentos de recogida de información que incluyeron los tres trimestres del embarazo (semana 11 a 13 [T1], semana 20 a 22 [T2], semana 32-34 [T3]) y el postparto (+/- 12 semana postparto [T4]). Se reclutaron al inicio de la investigación 260 mujeres. 52 de ellas no completaron el protocolo de estudio por los siguientes motivos: 36 pérdidas en el seguimiento, 5 por aborto, 3 por retirada expresa del estudio, 2 por trastorno hipertensivo del embarazo, 3 por amenaza de parto pretérmino y 3 por rotura prematura de membranas. Por lo tanto, el tamaño final de la muestra fue de 208 participantes.

3.2. RECOGIDA DE DATOS

Durante la primera visita de control del embarazo se recopilaron datos sociodemográficos, obstétricos y antropométricos: edad, procedencia

geográfica, lugar de residencia, nivel educativo, fecha de la última regla, paridad e IMC pregestacional. En base al IMC pregestacional se categorizó a las participantes en los grupos de bajo peso ($<18 \text{ Kg/m}^2$), normopeso ($18\text{-}24,9 \text{ Kg/m}^2$), sobrepeso ($25\text{-}29,9 \text{ Kg/m}^2$) y obesidad ($>30 \text{ Kg/m}^2$).

Posteriormente, en cada uno de los cuatro momentos de medición antes mencionados, se evaluó la actividad física de las participantes mediante el International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) en su versión larga. Se trata de un instrumento de medición de la actividad física que presenta un buen comportamiento en muestras de tamaño moderado y una baja probabilidad de interferencia con el comportamiento de los encuestados. IPAQ en su versión larga es una herramienta basada en el recordatorio de los últimos siete días que incluye una descripción detallada de cuatro áreas: actividad física de tiempo libre, lúdica o recreativa, actividad física en el hogar (ya sean tareas domésticas y/o del jardín), actividad física relacionada con el transporte/desplazamiento y actividad física en el ámbito laboral. Los ítems de este cuestionario permiten la obtención de resultados referidos a tres tipos de actividad: Andar-caminar, actividad física moderada y actividad física vigorosa. Se utilizó la metodología habitual para la recogida sistemática e interpretación de los resultados (IPAQ scoring protocol - International Physical Activity Questionnaire, s. f.). Este cuestionario clasifica la actividad física realizada en función del gasto metabólico (medido en METs) y del tiempo dedicado a cada actividad. De esta forma, se estimaron los METs/día de actividad física moderada, actividad física vigorosa y caminar, multiplicando los días del tipo de actividad por los minutos diarios de esa actividad y por el gasto metabólico derivado de cada intensidad (8 METs para la actividad física vigorosa, 4 METs para la moderada y 3,3 METs para caminar) para finalmente dividirlo por 7 para una estimación diaria media. El total de METs/día responde a la suma de las tres categorías anteriores. IPAQ en su versión larga ha mostrado una moderada correlación con el acelerómetro previamente, ajustándose mejor en la población femenina (Wanner et al., 2016).

3.3. ANÁLISIS DE DATOS

El análisis descriptivo de la muestra se presenta a través de la media y la desviación estándar (DE) en las variables cuantitativas y la

frecuencia y frecuencia relativa (porcentaje) para las variables categóricas. Se constató la distribución no paramétrica de la variable actividad física (medida en METs/día) mediante el test de Kolmogorov-Smirnov. Para la detección de diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de actividad física llevada a cabo por las participantes en los diferentes momentos de medición se utilizó la prueba de Friedman. Esta comparativa se completó con los correspondientes análisis post-hoc para la determinación de diferencias dos a dos de la actividad física desarrollada en cada uno de los momentos de medición. El análisis bivariado de factores asociados al volumen de actividad física desarrollado se realizó mediante los test U Mann Whitney y Kruskal Wallis. Para estos cálculos se utilizó el software SPSS Versión 29.0, aceptándose un valor de $p < 0,05$ como estadísticamente significativo.

3.4. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Con anterioridad a la puesta en marcha del estudio se recabó la autorización del Comité de ética de investigación clínica de Aragón (CEICA) y la Dirección del Sector III de Zaragoza (Aragón, España). Todas las participantes fueron informadas de las características y naturaleza del estudio y firmaron un documento de consentimiento informado. En todo momento se respetaron los principios éticos para la investigación recogidos en la Declaración de Helsinki y sus actualizaciones. Del mismo modo, todos los datos recogidos se trataron de acuerdo con la legislación española sobre protección de datos personales.

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

En el momento de la captación, la edad media de las participantes fue de $30,64 \pm 4,1$ años. Una amplia mayoría de las participantes era de origen español (75,0%), presentaba un IMC pregestacional dentro de la normalidad (72,6%) y un nivel de estudios medio o superior (76,9%). Algo más de la mitad de las participantes estaba esperando su primer hijo (54,3%) y residía en el ámbito urbano (58,2%) (Tabla 1).

TABLA 1. Características de la muestra al inicio de la gestación.

Variable	Media±DE o n(%)
Edad	30,64±4,1
IMC pregestacional	23,01±4,2
Categorías IMC	
Bajo peso (<18 Kg/m2)	2 (1,0)
Normal (18-24,9 Kg/m2)	151 (72,6)
Sobrepeso (25-29,9 Kg/m2)	39 (18,8)
Obesidad (>30 Kg/m2)	16 (7,7)
Paridad	
No hijos	113 (54,3)
≥1 hijo previo	95 (45,7)
Procedencia geográfica	
Inmigrante	52 (25,0)
Autóctona	156 (75,0)
Lugar de residencia	
Urbano	121 (58,2)
Rural	87 (41,8)
Nivel educativo	
Básico	48 (23,1)
Medio	87 (41,8)
Universitario	73 (35,1)

4.2. EVOLUCIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

La actividad física total se redujo a lo largo del seguimiento, tanto en la gestación como en la época del postparto. De esta forma, la actividad física desarrollada en el tercer trimestre del embarazo y en el postparto fue aproximadamente un 40% y un 50% menor, que la reportada en el primer trimestre de la gestación. Esta disminución resultó estadísticamente significativa en cada una de las mediciones respecto de la anterior ($p<0,05$). El gasto metabólico (medido en METs) de las participantes disminuyó para todos los ámbitos de realización de actividad física (transporte/desplazamiento, trabajo y hogar) excepto para la actividad física recreativa o lúdica que aumentó de forma progresiva a lo largo de todo el seguimiento (Tabla 2 y Figura 1).

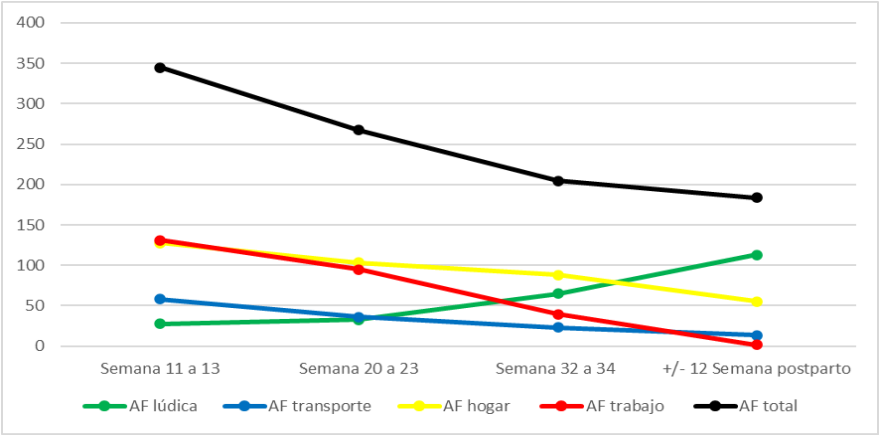
TABLA 2. METS/día (media±DE) a lo largo del seguimiento por ámbito de actividad.

Ámbito AF	T1	T2	T3	T4	p**	Análisis post hoc
Lúdica	27,4±47,4	32,4±34,2	64,7±34,3	113,1±30,7	<0,001	T4>T1,T2,T3 T3>T1,T2
Transporte	58,3±69,9	36,0±39,4	22,9±25,5	13,6±15,6	<0,001	T1>T2,T3,T4 T2>T3,T4 T3>T4
Hogar	127,6±93,8	103,6±68,6	88,3±120,8	55,5±24,2	<0,001	T1>T2,T3,T4 T2>T3,T4 T3>T4
Trabajo	131,2±179,2	94,9±140,4	39,3±97,5	1,6±22,9	<0,001	T1>T2,T3,T4 T2>T3,T4 T3>T4
*AF Total	344,5±197,3	267,2±142,8	204,6±99,5	183,6±48,2	<0,001	T1>T2,T3,T4 T2>T3,T4 T3>T4

*AF Total = AF Lúdica + AF Transporte + AF Hogar + AF Trabajo.

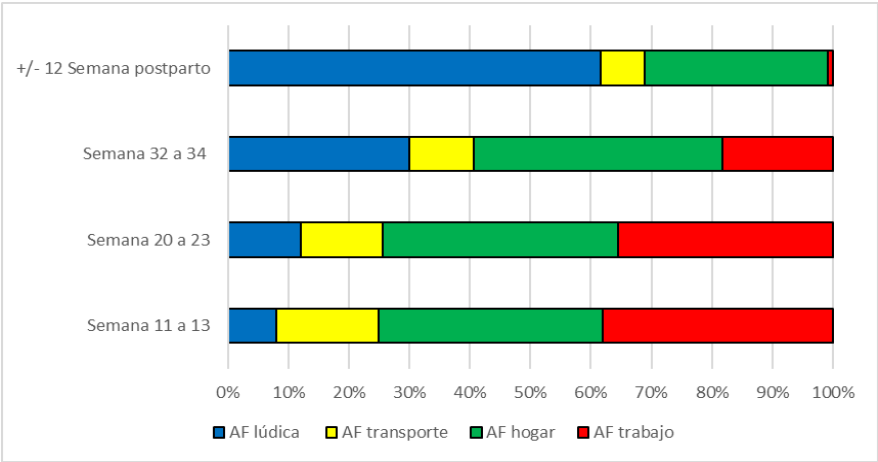
** Prueba de Friedman.

FIGURA 1. Evolución de los niveles de actividad (METs/día) por ámbito de realización.



La contribución porcentual de la actividad física en el hogar y para el transporte al gasto metabólico total se mantuvo relativamente estable a lo largo del seguimiento. Sin embargo, la actividad física recreativa aumentó su contribución relativa de forma progresiva, con más intensidad en la época del postparto. Por el contrario, se redujo de forma pronunciada la contribución al gasto metabólico total de la actividad física laboral, casi hasta anularse en el postparto (Figura 2).

FIGURA 2. Distribución (%) por ámbito de realización respecto de la actividad física total.



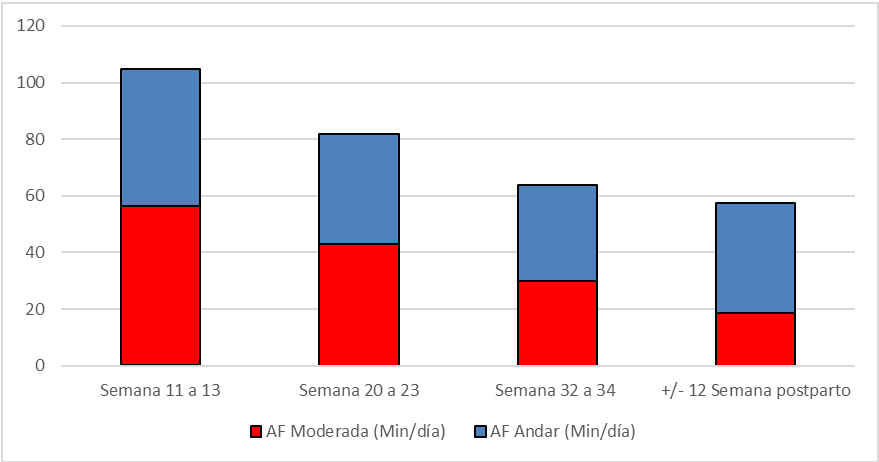
El tiempo dedicado a actividades de carácter vigoroso fue prácticamente nulo en nuestra muestra y, en todo caso, limitado al primer trimestre de la gestación. Las actividades de intensidad moderada mostraron una tendencia significativamente decreciente a lo largo del seguimiento. De forma progresiva, nuestras participantes anduvieron menos tiempo durante el embarazo. Por el contrario, en la época del postparto se observó un repunte del tiempo dedicado a andar hasta niveles próximos a los observados en el segundo trimestre de la gestación (Tabla 3 y Figura 3).

TABLA 3. Tiempo de actividad física (min/día±DE) según su intensidad a lo largo del seguimiento.

Intensidad de AF	T1	T2	T3	T4	p*	Análisis post hoc
AF Vigorosa	0,2±1,7	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	-	-
AF Moderada	56,3±42,7	43,1±31,1	30,0±20,9	18,5±8,1	<0,001	T1>T2,T3,T4 T2>T3,T4 T3>T4
AF Andar	48,3±43,0	38,9±34,6	33,9±21,9	38,9±11,2	<0,001	T1>T2,T3 T2>T3 T4>T3

*Prueba de Friedman.

FIGURA 3. Evolución del tiempo de *actividad física* (min/día) por intensidad.



4.3. FACTORES ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD FÍSICA

El análisis bivariado de factores asociados a la práctica de actividad física reveló que la edad, la paridad, la procedencia geográfica, el entorno de residencia y el nivel educativo no predicen la práctica de actividad física. Sin embargo, el IMC pregestacional parece promoverla. Así, las gestantes obesas reportaron mayores niveles de actividad tanto en la primera mitad del embarazo (primer y segundo trimestres) como en el postparto (Tabla 4).

TABLA 4. Análisis bivariado de factores asociados a la actividad física total (METS/día±DE) a lo largo del embarazo y postparto.

Variable		T1	T2	T3	T4
Edad	<25años	393,5±225,2	296,9±155,5	189,1±96,6	183,3±79,1
	25-34 años	331,6±191,4	262,8±146,6	201,5±98,2	179,6±43,4
	≥35 años	385,3±211,0	276,8±122,4	223,4±106,5	201,7±52,8
	p (intergrupo)	0,342*	0,421*	0,260*	0,098*
IMC pregestacional	Bajo peso	47,1±0,8	99,0±2,4	117,8±8,3	110,5±4,3
	Normal	334,8±191,1	263,5±142,7	204,5±93,0	180,3±45,8
	Sobrepeso	355,4±201,6	265,9±146,9	192,2±103,0	188,6±54,5
	Obesidad	446,8±211,8	326,2±124,2)	246,8±141,2	211,8±41,4
	p (intergrupo)	0,016*	0,032*	0,138*	0,007*
Paridad	No hijos	333,3±195,3	257,7±142,9	192,1±84,0	177,3±45,3

	≥1 hijo previo	357,8±199,8	278,4±142,7	219,4±113,9	191,2±50,6
	P (intergrupo)	0,431**	0,217**	0,161*	0,275**
Procedencia geográfica	Inmigrante	367,6±201,2	297,4±160,5	221,6±106,0	185,4±38,7
	Autóctona	336,8±196,0	257,1±135,5	198,9±96,9	183,0±51,0
	p (intergrupo)	0,312**	0,125**	0,076**	0,564**
Lugar de residencia	Urbana	357,2±204,3	268,4±146,	197,7±97,3	186,3±49,7
	Rural	326,9±186,9	265,5±138,5	214,1±102,3	179,9±46,0
	p (intergrupo)	0,325**	0,878**	0,157**	0,396**
Nivel educativo	Básico	425,5±219,3	307,9±165,9	233,3±121,9	194,7±54,6
	Medio	390,0±195,1	295,7±145,4	215,4±105,4	190,5±49,5
	Universitario	237,1±128,3	206,3±98,0	172,8±61,4	168,2±37,6
	p (intergrupo)	0,470*	0,916*	0,558*	0,583*

*Prueba Kruscal-Wallis.

**U de Mann-Whitney.

5. DISCUSIÓN

Los objetivos de este estudio fueron describir las características y evolución de la actividad física desarrollada a lo largo del embarazo y hasta tres meses postparto por una cohorte de mujeres de nuestro medio. Así como, determinar sus factores asociados. La actividad física total de las participantes se redujo a lo largo del embarazo. Estos hallazgos se alinean con los observados en estudios previos que analizaron la actividad física de forma global, ya fuera medida en tiempo o en gasto metabólico (Butte et al., 2004; Liu et al., 2011; Nethery et al., 2009; Petersen et al., 2005; Watson & McDonald, 2007). En nuestra muestra, también se redujo la actividad física en la época del postparto. Estos resultados difieren de los obtenidos por Borodulin et al. (K. M. Borodulin et al., 2008) que observaron a los tres meses del parto un aumento de los niveles globales de actividad física total incluso alcanzando parámetros similares a los desarrollados en la época pregestacional. Pereira et al. (Pereira et al., 2007) detectaron un aumento de la actividad física total en el postparto respecto al segundo trimestre de la gestación. No obstante, esta última determinación fue realizada seis meses después del parto, tres meses más tarde que la realizada en el protocolo de este estudio. Debe tenerse en cuenta que el cálculo de la actividad física total seis meses tras el parto puede estar influenciado por varios factores

como la vuelta al trabajo de la mujer o una mayor predisposición de la mujer a dejar a su hijo al cuidado de otros; por tanto, hay que ser cauteloso a la hora de comparar nuestros resultados con los de este estudio.

Nuestras participantes mostraron una predisposición prácticamente nula a la práctica de actividad física de carácter vigoroso, y en todo caso limitada al primer trimestre de la gestación. Ninguna gestante reportó actividad física de intensidad vigorosa en el segundo y tercer trimestre del embarazo o en la época postparto. Estos hallazgos son similares a los recogidos por otros autores en estudios previos tanto en el embarazo (Dipietro et al., 2019; Evenson et al., 2004; Mottola & Campbell, 2003) como en el postparto (Albright et al., 2005; Blum et al., 2004; Pereira et al., 2007). Lo cierto es que muchas mujeres embarazadas a menudo renuncian a los ejercicios vigorosos por considerarlo una práctica no segura (Evenson & Bradley, 2010). Un estudio previo concluyó que sólo un 36% de las embarazadas consideraba seguro el ejercicio vigoroso, en contraste con el 89% que sí consideraba seguro el ejercicio moderado (Mudd et al., 2009). El miedo al aborto espontáneo y la preocupación por desencadenar contracciones, hemorragias o malformaciones fetales son las barreras predominantes para las actividades más intensas (Morales-Suárez-Varela et al., 2021; Zhang et al., 2014). Además, los relatos cualitativos revelan que los abortos anteriores, la incertidumbre sobre la intensidad adecuada del ejercicio, la información limitada sobre prácticas seguras y las creencias culturales que favorecen el reposo durante el embarazo refuerzan estas dudas (Gonçalves et al., 2024).

El tiempo dedicado a caminar disminuyó a lo largo de la gestación. Esta tendencia se invirtió en la época del postparto. Varios estudios anteriores (11,24,27) observaron descensos en el tiempo dedicado a andar durante el embarazo. En el postparto, la evidencia es más limitada, si bien dos estudios reportan un aumento del tiempo dedicado a caminar respecto al tercer trimestre de la gestación (K. Borodulin et al., 2009; Pereira et al., 2007). Se trata de un hallazgo esperable teniendo en cuenta que la mujer tras el parto recupera paulatinamente el estado y energía previos a la gestación y, que en nuestro contexto sociocultural y sanitario se proporciona de forma generalizada la recomendación de pasear todos los días a los recién nacidos por el exterior (Rheinheimer et al., 2024).

La actividad física en el ámbito recreativo aumentó significativamente tanto en la gestación como en la época del postparto. Así, los valores del comienzo del embarazo prácticamente llegaron a cuadruplicarse tres meses tras el parto. Estos hallazgos difieren de lo observado en otros estudios (K. M. Borodulin et al., 2008; Evenson et al., 2004; Liu et al., 2011; McParlin et al., 2010) que observaron una disminución progresiva de la proporción de mujeres que realizaron actividades de tipo recreativo como andar, nadar o ir en bicicleta, entre otros, en la segunda mitad del embarazo. En todo caso, las metodologías de estos estudios son muy diferentes a la de esta investigación. Borodulin et al. (K. Borodulin et al., 2009), en un protocolo de investigación similar al nuestro observaron un aumento progresivo de la contribución de la actividad física recreativa respecto al total de actividad física en ambas épocas, embarazo y postparto.

La literatura previa sugiere que las mujeres con un IMC pregestacional más elevado tienden a realizar menor actividad física y a mostrar comportamientos más sedentarios durante el embarazo (Bernardo et al., 2023). Así, Andersen et al. (Andersen et al., 2020) encontraron una relación inversa entre el IMC previo al embarazo y el recuento diario de pasos. Al contrario, en nuestra muestra el IMC pregestacional se asoció de forma directa con la actividad física. Así, las gestantes obesas reportaron mayores niveles de actividad física tanto en la primera mitad del embarazo (primer y segundo trimestres) como en el postparto. Los objetivos de ganancia de peso gestacional son más estrictos en las mujeres con exceso de peso y las recomendaciones de obstetras y matronas para el manejo ponderal gestacional y en el postparto se basan en una dieta adecuada y un estilo de vida activo. Por tanto y, a la luz de estos resultados, parece razonable la hipótesis de que las mujeres con sobrepeso y obesidad pueden adherirse en mayor medida a estas recomendaciones.

Este estudio cuenta con algunas limitaciones que deben ser señaladas. En primer lugar, la evaluación de la actividad física se llevó a cabo a través de un instrumento subjetivo basado en el recordatorio de los últimos siete días. De esta forma, y aunque el IPAQ ha mostrado anteriormente buena correlación con instrumentos objetivos de medida (Bortolozzo et al., 2017), no debe descartarse cierto sesgo de memoria para esta variable. En segundo lugar, el análisis descriptivo de nuestra muestra refleja dos aspectos que pueden limitar la validez externa de nuestros resultados. En nuestro estudio la proporción de inmigrantes y de mujeres

del medio urbano está ligeramente infraestimada. Si bien en nuestro análisis no se ha demostrado que estos factores se asocian significativamente con la práctica de actividad física. En tercer y último lugar, en este estudio no se han analizado algunas covariables que podrían afectar a la práctica de actividad física como son las náuseas del 1er trimestre del embarazo, el diagnóstico de ciertas patologías de la gestación o la historia preconcepcional. En este sentido, es conocido que la práctica de actividad física de las mujeres que se han sometido a tratamientos de fertilidad está condicionada por preocupaciones de seguridad y limitaciones físicas (Walker et al., 2017). Para paliar estas limitaciones, son necesarias nuevas investigaciones que contemplen un mayor número de factores e incluyan una evaluación objetiva de la actividad física. En todo caso, creemos que este estudio aporta datos suficientes para recomendar a los responsables de las políticas de salud y a los profesionales sanitarios la puesta en marcha de iniciativas promotoras de la actividad física en la época perinatal. Medidas dirigidas a salvar barreras interpersonales, como la falta de apoyo social o el asesoramiento insuficiente por parte de los profesionales sanitarios (Coll et al., 2017) y promover programas específicos de actividad física en el embarazo pueden ayudar a invertir la tendencia a la disminución de la actividad física en estas épocas (A. L. Harrison et al., 2018). Además, los profesionales sanitarios pueden promover la adherencia y participación en programas de actividad física a través de prescripciones personalizadas, opciones en el hogar y programas de actividad física con horarios flexibles (Sparks et al., 2023). En este sentido, es conocido que la adherencia a la actividad física y los resultados derivados de ésta mejoran cuando las intervenciones son personalizadas (Bruno et al., 2017). Dado que alguna de las principales dificultades que los profesionales sanitarios señalan para ofrecer un asesoramiento eficaz se refieren a las limitaciones de tiempo y a las lagunas de conocimientos (Brændstrup et al., 2023) es necesario que las autoridades sanitarias aseguren una adecuada organización de los tiempos de consulta y una formación actualizada de su personal en relación a la actividad física en las épocas de embarazo y el postparto.

6. CONCLUSIONES

La actividad física disminuye progresivamente a lo largo del embarazo y el postparto. La contribución de las actividades recreativas al total de

la actividad física desarrollada aumenta a lo largo del embarazo y el postparto, mientras que la actividad física en el hogar, el trabajo y para el transporte se reduce progresivamente en ambas épocas. Las mujeres de nuestro medio optan por caminar y, en menor medida por actividades de intensidad moderada, en detrimento de la actividad física vigorosa. En nuestra muestra, el único factor asociado a la actividad física es el IMC pregestacional que se relaciona de una forma directa. Estos hallazgos hacen necesaria la puesta en marcha de nuevas estrategias dirigidas a mantener y, según el caso aumentar, los niveles previos de actividad física en las épocas del embarazo y el postparto.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin todas las mujeres que desinteresadamente participaron en esta investigación. Tampoco sin la colaboración de los integrantes de los grupos de investigación GAIAS y SAPIENF (Ref. B53_23R) adscritos a la Universidad San Jorge y Universidad de Zaragoza, respectivamente. Gracias a todos ellos.

8. REFERENCIAS

- ACOG Committee Opinion No. 650: Physical Activity and Exercise During Pregnancy and the Postpartum Period. (2015). *Obstetrics and Gynecology*, 126(6), e135-e142.
<https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000001214>
- Albright, C., Maddock, J. E., & Nigg, C. R. (2005). Physical activity before pregnancy and following childbirth in a multiethnic sample of healthy women in Hawaii. *Women & Health*, 42(3), 95-110.
https://doi.org/10.1300/j013v42n03_06
- Andersen, M. B., Ostfeld, E. B., Fuglsang, J., Møller, M., Dagaard, M., & Ovesen, P. G. (2020). Maternal prepregnancy body mass index and physical activity during pregnancy assessed by accelerometer. *American Journal of Obstetrics & Gynecology MFM*, 2(4), 100182.
<https://doi.org/10.1016/j.ajogmf.2020.100182>
- Badon, S. E., Wander, P. L., Qiu, C., Miller, R. S., Williams, M. A., & Enquobahrie, D. A. (2016). Maternal Leisure Time Physical Activity and Infant Birth Size. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 27(1), 74-81.
<https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000399>

- Barakat Carballo, R., Díaz Blanco, J. A., Franco, E., Rollán Malmierca, A., Brik, M., Vargas, M., Silva, C., Sánchez Polan, M., Perales, M., Gil, J., Mottola, M. F., de Roia, G., & Pérez Medina, T. (2019). Guías clínicas para el ejercicio físico durante el embarazo. *Progresos de obstetricia y ginecología: revista oficial de la Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia*, 62(5), 464-471.
- Bernardo, D., Carvalho, C., Mota, J., Ferreira, M., & Santos, P. C. (2023). The Influence of Pregestational Body Mass Index and Physical Activity Patterns on Maternal, Delivery, and Newborn Outcomes in a Sample of Portuguese Pregnant Women: A Retrospective Cohort Study. *Portuguese Journal of Public Health*, 41(2), 140-150.
<https://doi.org/10.1159/000531587>
- Blum, J. W., Beaudoin, C. M., & Caton-Lemos, L. (2004). Physical activity patterns and maternal well-being in postpartum women. *Maternal and Child Health Journal*, 8(3), 163-169.
<https://doi.org/10.1023/b:maci.0000037649.24025.2c>
- Borodulin, K., Evenson, K. R., & Herring, A. H. (2009). Physical activity patterns during pregnancy through postpartum. *BMC Women's Health*, 9, 32. <https://doi.org/10.1186/1472-6874-9-32>
- Borodulin, K. M., Evenson, K. R., Wen, F., Herring, A. H., & Benson, A. M. (2008). Physical activity patterns during pregnancy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(11), 1901-1908.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31817f1957>
- Bortolozo, E. a. F. Q., Santos, C. B., Pilatti, L. A., & Canteri, M. H. G. (2017). Validez del cuestionario internacional de actividad física por correlación con podómetro. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2017.66.012>
- Butte, N. F., Wong, W. W., Treuth, M. S., Ellis, K. J., & O'Brian Smith, E. (2004). Energy requirements during pregnancy based on total energy expenditure and energy deposition. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(6), 1078-1087. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.6.1078>
- Brændstrup, N., Roland, C. B., de Place Knudsen, S., Bendix, J. M., Clausen, T. D., Molsted, S., Stallknecht, B., Løkkegaard, E., & Jespersen, A. P. (2023). Counselling on physical activity in Danish antenatal care: A qualitative study of experiences from both the pregnant woman's and the care provider's perspective. *Sexual & reproductive healthcare : official journal of the Swedish Association of Midwives*, 38, 100902.
<https://doi.org/10.1016/j.srhc.2023.100902>
- Bruno, R., Petrella, E., Bertarini, V., Pedrielli, G., Neri, I., & Facchinetti, F. (2017). Adherence to a lifestyle programme in overweight/obese pregnant women and effect on gestational diabetes mellitus: a randomized controlled trial. *Maternal & child nutrition*, 13(3), e12333.
<https://doi.org/10.1111/mcn.12333>

- Chawrylak, K., Kubas, M., Krzemińska, K., Kuszneruk, J., & Kłusek, M. (2024). Physical activity during postpartum period—An analysis of the latest studies and guidelines. *Quality in Sport*, 18, 53253-53253. <https://doi.org/10.12775/QS.2024.18.53253>
- Clarke, P. E., Rousham, E. K., Gross, H., Halligan, A. W. F., & Bosio, P. (2005). Activity patterns and time allocation during pregnancy: A longitudinal study of British women. *Annals of Human Biology*, 32(3), 247-258. <https://doi.org/10.1080/03014460500049915>
- Coll, C. V. N., Domingues, M. R., Gonçalves, H., & Bertoldi, A. D. (2017). Perceived barriers to leisure-time physical activity during pregnancy: A literature review of quantitative and qualitative evidence. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(1), 17-25. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.06.007>
- Davies, G. A. L., Wolfe, L. A., Mottola, M. F., & MacKinnon, C. (2018). No. 129-Exercise in Pregnancy and the Postpartum Period. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada: JOGC = Journal d'obstetrique et Gynecologie Du Canada: JOGC*, 40(2), e58-e65. <https://doi.org/10.1016/j.jogc.2017.11.001>
- Dipietro, L., Evenson, K. R., Bloodgood, B., Sprow, K., Troiano, R. P., Piercy, K. L., Vaux-Bjerke, A., Powell, K. E., & 2018 PHYSICAL ACTIVITY GUIDELINES ADVISORY COMMITTEE*. (2019). Benefits of Physical Activity during Pregnancy and Postpartum: An Umbrella Review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(6), 1292-1302. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001941>
- Evenson, K. R., Barakat, R., Brown, W. J., Dargent-Molina, P., Haruna, M., Mikkelsen, E. M., Mottola, M. F., Owe, K. M., Rousham, E. K., & Yeo, S. (2014). Guidelines for Physical Activity during Pregnancy: Comparisons From Around the World. *American journal of lifestyle medicine*, 8(2), 102-121. <https://doi.org/10.1177/1559827613498204>
- Evenson, K. R., & Bradley, C. B. (2010). Beliefs about exercise and physical activity among pregnant women. *Patient Education and Counseling*, 79(1), 124-129. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2009.07.028>
- Evenson, K. R., Savitz, D. A., & Huston, S. L. (2004). Leisure-time physical activity among pregnant women in the US. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 18(6), 400-407. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3016.2004.00595.x>
- Gascoigne, E. L., Webster, C. M., Honart, A. W., Wang, P., Smith-Ryan, A., & Manuck, T. A. (2023). Physical activity and pregnancy outcomes: An expert review. *American Journal of Obstetrics & Gynecology MFM*, 5(1), 100758. <https://doi.org/10.1016/j.ajogmf.2022.100758>

- Gonçalves, H., Soares, A. L. G., Domingues, M. R., Bertoldi, A. D., Santos, M. G. D., Silveira, M. F. da, & Coll, C. de V. N. (2024). Why are pregnant women physically inactive? A qualitative study on the beliefs and perceptions about physical activity during pregnancy. *Cadernos De Saude Publica*, 40(1), e00097323. <https://doi.org/10.1590/0102-311XEN097323>
- Harrison, A. L., Taylor, N. F., Shields, N., & Frawley, H. C. (2018). Attitudes, barriers and enablers to physical activity in pregnant women: A systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 64(1), 24-32. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2017.11.012>
- Harrison, C. L., Brown, W. J., Hayman, M., Moran, L. J., & Redman, L. M. (2016). The Role of Physical Activity in Preconception, Pregnancy and Postpartum Health. *Seminars in Reproductive Medicine*, 34(2), e28-37. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1583530>
- IPAQ scoring protocol—International Physical Activity Questionnaire. (s. f.). Recuperado 25 de agosto de 2021, de <https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>
- Kołomańska-Bogucka, D., & Mazur-Bialy, A. I. (2019). Physical Activity and the Occurrence of Postnatal Depression-A Systematic Review. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 55(9), 560. <https://doi.org/10.3390/medicina55090560>
- Kramer, M. S., & McDonald, S. W. (2006). Aerobic exercise for women during pregnancy. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2006(3), CD000180. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000180.pub2>
- Lavie, C. J., Ozemek, C., Carbone, S., Katzmarzyk, P. T., & Blair, S. N. (2019). Sedentary Behavior, Exercise, and Cardiovascular Health. *Circulation Research*, 124(5), 799-815. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.312669>
- Liu, J., Blair, S. N., Teng, Y., Ness, A. R., Lawlor, D. A., & Riddoch, C. (2011). Physical activity during pregnancy in a prospective cohort of British women: Results from the Avon longitudinal study of parents and children. *European Journal of Epidemiology*, 26(3), 237-247. <https://doi.org/10.1007/s10654-010-9538-1>
- Mahindru, A., Patil, P., & Agrawal, V. (2023). Role of Physical Activity on Mental Health and Well-Being: A Review. *Cureus*, 15(1), e33475. <https://doi.org/10.7759/cureus.33475>
- McKeon, G., Curtis, J., & Rosenbaum, S. (2022). Promoting physical activity for mental health: An updated evidence review and practical guide. *Current Opinion in Psychiatry*, 35(4), 270-276. <https://doi.org/10.1097/YCO.0000000000000796>

- McParlin, C., Robson, S. C., Tennant, P. W. G., Besson, H., Rankin, J., Adamson, A. J., Pearce, M. S., & Bell, R. (2010). Objectively measured physical activity during pregnancy: A study in obese and overweight women. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 10, 76. <https://doi.org/10.1186/1471-2393-10-76>
- Morales-Suárez-Varela, M., Clemente-Bosch, E., Peraita-Costa, I., Llopis-Morales, A., Martínez, I., & Llopis-González, A. (2021). Maternal Physical Activity During Pregnancy and the Effect on the Mother and Newborn: A Systematic Review. *Journal of Physical Activity & Health*, 18(1), 130-147. <https://doi.org/10.1123/jpah.2019-0348>
- Mottola, M. F., & Campbell, M. K. (2003). Activity patterns during pregnancy. *Canadian Journal of Applied Physiology = Revue Canadienne De Physiologie Appliquee*, 28(4), 642-653. <https://doi.org/10.1139/h03-049>
- Mudd, L. M., Nechuta, S., Pivarnik, J. M., Paneth, N., & Michigan Alliance for National Children's Study. (2009). Factors associated with women's perceptions of physical activity safety during pregnancy. *Preventive Medicine*, 49(2-3), 194-199. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2009.06.004>
- Nethery, E., Brauer, M., & Janssen, P. (2009). Time-activity patterns of pregnant women and changes during the course of pregnancy. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 19(3), 317-324. <https://doi.org/10.1038/jes.2008.24>
- Pereira, M. A., Rifas-Shiman, S. L., Kleinman, K. P., Rich-Edwards, J. W., Peterson, K. E., & Gillman, M. W. (2007). Predictors of change in physical activity during and after pregnancy: Project Viva. *American Journal of Preventive Medicine*, 32(4), 312-319. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2006.12.017>
- Petersen, A. M., Leet, T. L., & Brownson, R. C. (2005). Correlates of physical activity among pregnant women in the United States. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(10), 1748-1753. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000181302.97948.90>
- Physical Activity and Exercise During Pregnancy and the Postpartum Period: ACOG Committee Opinion, Number 804. (2020). *Obstetrics and Gynecology*, 135(4), e178-e188. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000003772>
- Pivarnik, J. M. (1996). Cardiovascular responses to aerobic exercise during pregnancy and postpartum. *Seminars in Perinatology*, 20(4), 242-249. [https://doi.org/10.1016/s0146-0005\(96\)80017-6](https://doi.org/10.1016/s0146-0005(96)80017-6)
- Poudevigne, M. S., & O'Connor, P. J. (2006). A review of physical activity patterns in pregnant women and their relationship to psychological health. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 36(1), 19-38. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636010-00003>

- Rahmati, M., Lee, S., Yon, D. K., Lee, S. W., Udeh, R., McEvoy, M., Oh, H., Butler, L., Keyes, H., Barnett, Y., Koyanagi, A., Shin, J. I., & Smith, L. (2024). Physical activity and prevention of mental health complications: An umbrella review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 160, 105641. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105641>
- Rheinheimer, N., Vacaru, S. V., van Immerseel, J. C., Kühn, S., & de Weerth, C. (2024). Infant Care: Predictors of Outdoor Walking, Infant Carrying and Infant Outdoor Sleeping. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(6), 694. <https://doi.org/10.3390/ijerph21060694>
- Sparks, J. R., Flanagan, E. W., Kebbe, M., & Redman, L. M. (2023). Understanding Barriers and Facilitators to Physical Activity Engagement to Inform a Precision Prescription Approach during Pregnancy. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 17(1), 108-122. <https://doi.org/10.1177/15598276221108669>
- Walker, C., Mills, H., & Gilchrist, A. (2017). Experiences of physical activity during pregnancy resulting from in vitro fertilisation: An interpretative phenomenological analysis. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 35(4), 365-379. <https://doi.org/10.1080/02646838.2017.1313968>
- Wanner, M., Probst-Hensch, N., Kriemler, S., Meier, F., Autenrieth, C., & Martin, B. W. (2016). Validation of the long international physical activity questionnaire: Influence of age and language region. *Preventive Medicine Reports*, 3, 250-256. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2016.03.003>
- Watson, P. E., & McDonald, B. W. (2007). Activity levels in pregnant New Zealand women: Relationship with socioeconomic factors, well-being, anthropometric measures, and birth outcome. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme*, 32(4), 733-742. <https://doi.org/10.1139/H07-061>
- Weissgerber, T. L., Wolfe, L. A., & Davies, G. A. L. (2004). The role of regular physical activity in preeclampsia prevention. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(12), 2024–2031. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000147627.35139.dc>
- Weissgerber, T. L., Wolfe, L. A., Davies, G. A. L., & Mottola, M. F. (2006). Exercise in the prevention and treatment of maternal-fetal disease: A review of the literature. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme*, 31(6), 661–674. <https://doi.org/10.1139/h06-060>
- Zhang, Y., Dong, S., Zuo, J., Hu, X., Zhang, H., & Zhao, Y. (2014). Physical activity level of urban pregnant women in Tianjin, China: A cross-sectional study. *PloS One*, 9(10), e109624. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109624>

BARRERAS, MOTIVADORES Y ESTRATEGIAS COMUNICACIONALES PARA LA PRÁCTICA DE EJERCICIO EN MUJERES TRABAJADORAS EN MÉXICO: ANÁLISIS CON BASE EN EL MOPRADEF 2024

GENNY ELIZABETH GÓNGORA CUEVAS
Universidad Anáhuac México

1. INTRODUCCIÓN

En México, la participación de las mujeres en actividades físicas regulares continúa siendo limitada, especialmente entre aquellas que forman parte de la población económicamente activa. Esta situación no solo se traduce en desigualdades en materia de salud, sino que reproduce de forma estructural las brechas de género que condicionan la apropiación del espacio público, el uso del tiempo libre y la posibilidad de ejercer derechos relacionados con el bienestar integral.

De acuerdo con datos del Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico (MOPRADEF 2024) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), sólo el 36.4 % de las mujeres adultas ocupadas en México realiza ejercicio físico con regularidad, frente al 52.7 % de los hombres en las mismas condiciones laborales, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa que amerita un análisis con enfoque de género (INEGI, 2024).

Las barreras estructurales para el ejercicio físico en mujeres trabajadoras han sido ampliamente documentadas por organismos internacionales, que han señalado la interacción de múltiples determinantes sociales en la generación de contextos restrictivos.

Entre ellos destacan la sobrecarga de trabajo doméstico no remunerado, las limitaciones en el acceso seguro a espacios comunitarios, y la escasa

presencia de campañas institucionales que reconozcan las necesidades específicas de esta población (CEPAL, 2022; OMS, 2022).

En México, estos factores se ven intensificados por las jornadas laborales extendidas, el transporte urbano ineficiente, la escasa corresponsabilidad familiar y una cultura que tradicionalmente no valora el autocuidado femenino como una prioridad social ni institucional (CONAPO, 2023).

La participación femenina en actividades de ejercicio físico no es una mera cuestión de elección individual, sino un reflejo de los sistemas simbólicos, económicos y comunicacionales que enmarcan su cotidianidad. Desde la perspectiva de la teoría del marco (framing) en comunicación institucional, los mensajes que las mujeres reciben sobre su rol en el hogar, en el trabajo y en la comunidad inciden de manera directa en su percepción del tiempo disponible, en la prioridad otorgada al ejercicio físico y en la legitimidad de ocupar espacios como los gimnasios comunitarios (Entman, 1993).

Esta dimensión simbólica ha sido escasamente abordada en los estudios cuantitativos, que frecuentemente omiten el análisis del contenido de campañas públicas y de su alineación con las realidades culturales y de género.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo principal analizar las barreras, motivadores y estrategias comunicacionales asociadas a la práctica de ejercicio en mujeres trabajadoras en México, con base en los datos nacionales del MOPRADEF 2024.

A diferencia de investigaciones previas que han abordado el fenómeno desde un enfoque descriptivo o centrado en prevalencias, esta investigación incorpora una mirada relacional y crítica, aplicando análisis de correlación no paramétrica (Spearman) y comparaciones de proporciones, así como una revisión cualitativa de las campañas de comunicación institucional más relevantes orientadas a promover el ejercicio en mujeres en edad laboral activa.

2. OBJETIVOS

Analizar las principales barreras, motivadores y estrategias comunicacionales asociadas a la práctica de ejercicio físico en gimnasios

comunitarios por parte de mujeres trabajadoras en México, con base en los datos del Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico (MOPRADEF) 2024, mediante un enfoque cuantitativo y comunicacional orientado a la formulación de recomendaciones institucionales con perspectiva de género.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la prevalencia de participación en actividades físicas entre mujeres trabajadoras, distinguiendo los espacios de práctica más frecuentes y su relación con la infraestructura comunitaria.
- Clasificar las principales barreras personales, laborales, familiares y de salud percibidas para la realización de ejercicio físico, utilizando variables ordinales contenidas en la base de datos MOPRADEF 2024.
- Determinar los factores motivacionales que influyen en la decisión de asistir a gimnasios comunitarios, diferenciando por tipo de acompañamiento, duración del ejercicio y percepción de las instalaciones.
- Evaluar la relación entre los elementos comunicacionales (campañas institucionales, testimonios, mensajes) y la percepción de factibilidad para practicar ejercicio, mediante el análisis correlacional de datos y el cruce con evidencia documental pública.
- Evaluar la relación entre los elementos comunicacionales (campañas institucionales, testimonios, mensajes) y la percepción de factibilidad para practicar ejercicio, mediante el análisis correlacional de datos y el cruce con evidencia documental pública.

3. METODOLOGÍA

Este estudio se fundamenta en un enfoque cuantitativo de tipo transversal, basado en el análisis secundario de microdatos públicos provenientes del Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico (MOPRADEF) 2024, implementado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía

(INEGI) durante el cuarto trimestre del año. El módulo, aplicado en noviembre de 2024 como parte de la Encuesta Nacional sobre Confianza del Consumidor (ENCO), permite una caracterización detallada del comportamiento físico y las condiciones para la práctica de ejercicio en la población mexicana adulta, con especial énfasis en variables como duración, frecuencia, lugar habitual de práctica, motivos para no ejercitarse, acompañamiento y percepción de instalaciones (INEGI, 2024).

Se seleccionó un subconjunto de la base de datos correspondiente a mujeres mayores de 18 años clasificadas como población ocupada (con empleo remunerado al momento de la encuesta), lo que arrojó una muestra de $n = 1,092$ casos válidos para análisis, después de excluir los registros con valores faltantes en variables clave. Esta definición operacional permitió centrarse exclusivamente en las experiencias de mujeres trabajadoras, cuya participación en actividades físicas se ve condicionada por factores laborales, familiares y estructurales, alineándose con el objetivo central de la investigación.

El enfoque metodológico se sustenta en la lógica de la inferencia estadística no paramétrica, dada la naturaleza ordinal y categórica de muchas de las variables de interés. Se aplicaron coeficientes de correlación de Spearman (ρ) para evaluar la intensidad y dirección de las asociaciones entre variables ordinales, como frecuencia de ejercicio, percepción de instalaciones, duración de la actividad física, lugar habitual de práctica y acompañamiento. La elección de esta prueba se justifica en tanto no se cumplen los supuestos de normalidad para las variables dependientes y se requiere medir relaciones monótonas entre pares de variables sin asumir distribución normal (Conover, 1999; Gibbons & Chakraborti, 2011).

Paralelamente, se llevaron a cabo pruebas de independencia de chi cuadrada (χ^2) para comparar proporciones entre categorías nominales, evaluando asociaciones entre la inactividad física y los distintos motivos reportados por las participantes para no ejercitarse, así como entre el lugar de práctica y la percepción del estado de las instalaciones. Estas pruebas fueron aplicadas con un nivel de confianza del 95 %, y un umbral de significación estadística de $p < 0.05$, lo cual permitió identificar relaciones significativas entre variables, con potencial valor explicativo para las hipótesis comunicacionales planteadas.

Asimismo, se calcularon proporciones estratificadas de mujeres que reportan haber sido influenciadas por campañas o mensajes institucionales para acudir a gimnasios comunitarios, a fin de establecer posibles efectos de motivación externa relacionados con estrategias comunicativas. Para ello, se utilizó la variable “Razón para acudir al gimnasio” y se examinó el peso relativo de las opciones que incluían la mención directa de mensajes, promociones, campañas o recomendaciones de terceros (ej. sector salud, medios públicos o familiares), comparando entre grupos de edad y condición conyugal.

Adicionalmente, se efectuó una revisión cualitativa y comparativa de las principales campañas de comunicación institucional que estuvieron activas durante el periodo 2022–2024, incluyendo las promovidas por la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (CONADE), la Secretaría de Salud, institutos estatales del deporte y programas municipales con evidencia verificable. La revisión se centró en cuatro criterios: (1) tipo de mensaje (beneficios físicos vs. emocionales), (2) representación de mujeres adultas, (3) segmentación horaria o contextual, y (4) tipo de llamada a la acción. Esta parte cualitativa no se integró como contenido independiente, sino como sustento interpretativo complementario al análisis cuantitativo, siguiendo una lógica de triangulación metodológica (Denzin, 2017; Patton, 2015).

En cuanto al tratamiento de datos, los microdatos MOPRADEF 2024 fueron descargados desde la plataforma de datos abiertos del INEGI en su versión validada y depurada, con estructura de archivo.csv. El procesamiento se realizó mediante el software IBM SPSS Statistics v29, configurado para análisis por subgrupos, codificación de variables ordinales y pruebas de correlación bivariadas. Todos los resultados fueron verificados en una segunda corrida independiente para validar la robustez de los hallazgos. La muestra fue ponderada conforme al factor de expansión provisto por el INEGI, a fin de garantizar la representatividad nacional de los resultados (INEGI, 2024).

Para fortalecer la interpretación de los hallazgos cuantitativos, se integraron indicadores externos provenientes de fuentes confiables. Por ejemplo, los datos de la Encuesta Nacional sobre Uso del Tiempo (ENUT) y de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH)

fueron considerados para contextualizar las cifras de carga doméstica, tiempo libre y disponibilidad económica para actividades recreativas entre mujeres trabajadoras (INEGI, 2023a; INEGI, 2023b). Esta estrategia permitió situar los hallazgos dentro de un marco más amplio de determinantes sociales de la salud, conforme a las recomendaciones metodológicas de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022).

Cabe subrayar que todas las variables fueron revisadas para garantizar consistencia interna, unicidad de codificación y congruencia conceptual. La categorización de los motivos de inactividad se realizó conforme a la clasificación preexistente en el instrumento MOPRADEF: razones laborales, motivos de salud, tiempo insuficiente, desinterés, falta de instalaciones cercanas, miedo a lesiones o percepción de inseguridad. Estas categorías fueron posteriormente agrupadas en bloques temáticos para análisis multivariado, con el objetivo de facilitar comparaciones interseccionales por edad, estado civil, jornada laboral y escolaridad.

Al tratarse de datos anonimizados y de acceso libre, no se requirió aprobación por comité de ética.

4. RESULTADOS

Se obtuvo información de la base de datos del Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico (MOPRADEF) 2024, en la cual se identificó y extrajo los registros de mujeres trabajadoras ($n = 3,265$) filtrando dos variables: sexo (valor 2) y condición de actividad económica (valor 1).

El propósito era conocer la prevalencia de las principales barreras, motivaciones y condiciones de comunicación en relación con la práctica de ejercicio en gimnasios comunitarios, considerando cinco variables ordinales: motivos para no practicar ejercicio físico (p4), forma de compañía con la que suelen ejercitarse (p7), lugar de práctica del ejercicio físico (p8); percepción de las instalaciones (p9) y duración del ejercicio (p10). La distribución de variables críticas (p4, p7, p8, p9 y p10) se verificó utilizando el test de Shapiro-Wilk para análisis de relaciones.

En todos los casos, y para todas las definiciones de SLS, los valores $p < 0.001$, reflejando el fuerte rechazo de la normalidad (W variando

entre 0.49 y 0.67), por lo tanto, se utilizó estadística no paramétrica, a saber, la correlación de Spearman y la prueba de independencia de chi-cuadrado. En la variable p4, la distribución de respuestas mostró que el 81.1% de las mujeres trabajadoras que no hacen ejercicio mencionaron la excusa "falta de tiempo".

Este hallazgo apoya la hipótesis en la que la sobrecarga de trabajo, así como las responsabilidades familiares, fueron identificadas como factores estructurales que limitan el tiempo para la actividad física (CEPAL, 2022; INMUJERES, 2023).

Solo el 2.3% dice que "problemas de salud" son un factor y "desinterés" o "falta de instalaciones" son otras respuestas en margen (<1%). En cuanto al acompañamiento en el ejercicio (p7), el 64.1% de las mujeres dijo que hacían ejercicio solas y el 31.9% con amigos o familiares.

Esta información revela una tendencia a la individualización del ejercicio físico en entornos urbanos, lo que podría interpretarse como debido a la incompatibilidad de horarios o la disminución de redes de apoyo estables. También es importante mencionar que solo el 2.5% declaró haber participado en ejercicios grupales organizados, y este hecho reduce las posibilidades de crear estrategias de adherencia grupal, promovidas en programas comunitarios (CONADE, 2021).

Con respecto al lugar habitual de práctica (p8), el 64.1% de las mujeres trabajadoras informó hacer ejercicio en casa, y solo el 6.3% informó usar instalaciones en lugares públicos, como gimnasios comunitarios, mostrando también un bajo uso de la estructura física proporcionada por el gobierno local.

Este resultado apoya las evaluaciones de cobertura institucional previas que han demostrado que los programas públicos de activación física no han logrado la participación femenina esperada (OMS, 2022; SSA, 2023). En cuanto a la percepción de las instalaciones (p9), el 64.7% hizo una buena o muy buena evaluación (códigos agrupados "bueno" y "muy bueno"), sin embargo, la pregunta muestra una proporción considerable de NA, lo que puede ser indicativo de que un gran número de usuarias nunca ha tenido contacto con equipos públicos.

Este resultado es coherente con la disonancia observada entre las condiciones reales reportadas por las usuarias y las imágenes proyectadas en campañas institucionales, donde los espacios para la práctica de ejercicio suelen representarse como accesibles, modernos y funcionales, lo cual contrasta con la limitada disponibilidad y adecuación de las instalaciones públicas efectivamente utilizadas por mujeres trabajadoras.

Por último, en cuanto al tiempo habitual de ejercicio (p10), el 64.7% de las mujeres que informaron entrenar lo hicieron durante 30 minutos o menos, con un 5.0% ejercitándose más de 60 minutos. Estos resultados indican un comportamiento de AF corta y no estructurada, posiblemente debido a restricciones de tiempo, fatiga en el trabajo o ausencia de compañía.

Este corto período de tiempo se compara con el de la Organización Mundial de la Salud que establece 150 minutos de actividad moderada por semana como el mínimo para adultos (OMS, 2022). Se estimaron asociaciones bivariadas entre variables ordinales, con el coeficiente de correlación de Spearman. Las relaciones entre la duración del entrenamiento (p10) y la compañía (p7) fueron significativas ($p < 0.001$) $\leftrightarrow = 0.96$, lo que significa que las mujeres que entrenan en grupo tienen sesiones de entrenamiento mucho más largas.

De manera similar, el lugar de práctica (p8) presentó una relación moderada con la percepción de las instalaciones (p9), con $\rho = 0.60$ ($p < 0.001$), demostrando que una buena experiencia en los espacios públicos llevará a una mayor predisposición hacia su uso regular.

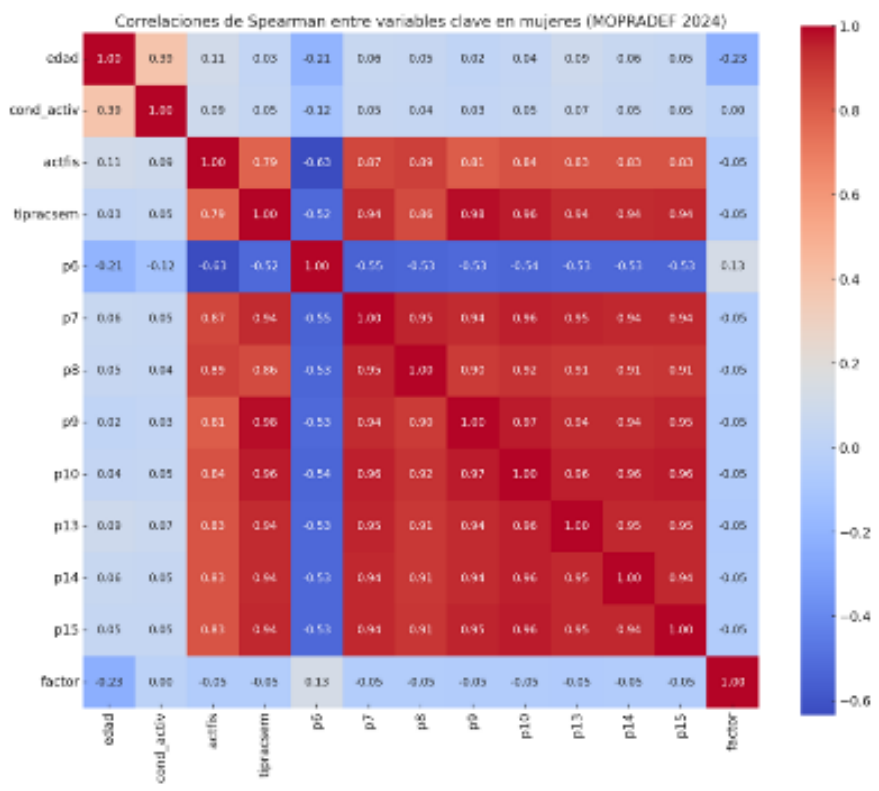
La distribución de algunas variables clave (p4-p7, p9 y p10) se probó con el test de Shapiro-Wilk antes de los análisis relacionales. En todos los casos, los resultados fueron $p < 0.001$, demostrando desviaciones de la normalidad ($W = 0.49-0.67$), resultando en un enfoque no paramétrico, donde se utilizó la correlación de Spearman y la prueba de independencia de chi-cuadrado.

Una prueba de independencia (chi-cuadrado) de ambas variables relacionadas con la razón para no ejercitarse (p4) y el nivel de actividad física autoinformado (p10), dio un valor de χ^2 de 555.0 y $p < 0.001$, y por lo tanto fue altamente significativo. Esto apoya que aquellas que informan

no tener tiempo tienen menos práctica en comparación con las participantes que informan otra razón como problemas de salud o desinterés.

Se generó un mapa de calor (Fig. 1) que muestra los coeficientes de correlación de Spearman entre las variables ordinales analizadas. Este gráfico permite observar visualmente la fuerza y dirección de las asociaciones. Los coeficientes con valores superiores a 0.5 indican correlaciones moderadas a fuertes. La mayor correlación se presentó entre la duración del ejercicio (p10) y el tipo de acompañamiento (p7), con $\rho = 0.96$, seguida por la relación entre el lugar de práctica (p8) y la percepción de las instalaciones (p9), con $\rho = 0.60$.

FIGURA 1.



Fuente: Elaboración propia

En general, la información proporcionada por el MOPRADEF 2024 permite afirmar que los obstáculos para la práctica del ejercicio, en mujeres trabajadoras en México, están más relacionados con cuestiones estructurales de tiempo, carga de trabajo y disponibilidad institucional, que con desinterés personal. Los motivadores más efectivos parecen estar asociados con la oportunidad de practicar acompañadas en entornos accesibles, y escuchar mensajes empáticos, realistas y culturalmente apropiados.

5. DISCUSIÓN

Los resultados derivados del análisis de la base de datos MOPRADEF 2024 muestran un patrón de interacción más complejo entre barreras personales, condiciones laborales, estructura organizativa y estrategias de comunicación para realizar ejercicio físico en mujeres trabajadoras mexicanas.

Este fenómeno se refleja no solo en la frecuencia de ejercicio reportada, sino también en la selección del lugar, compañeros y razones para no ejercitarse, todos modulados por hallazgos comunicacionales y culturales que deben tenerse en cuenta en la elaboración de políticas públicas.

En cuanto a las barreras para la adopción de la actividad física, las razones más comunes reportadas fueron la falta de tiempo (44.3%), la fatiga laboral (21.7%) y los problemas de salud (17.5%) que se paralelizan con los principales factores reportados por agencias internacionales como la OMS (2022) en su informe global sobre inactividad física, que destaca que los determinantes para practicar actividad física en mujeres trabajadoras están fuertemente asociados con la doble carga de trabajo y la baja accesibilidad a infraestructura accesible y segura para ejercicios físicos.

Que la fatiga laboral sea la segunda razón más citada para tal falta es indicativo de la comprensión de la actividad física no como una cuestión de libertad, sino como una posibilidad condicionada por largas jornadas laborales, carga de trabajo doméstico y la falta de apoyo institucional.

El análisis de asociaciones entre variables, a saber, la alta asociación entre el tipo de compañía y la duración del ejercicio ($\rho = 0.96$, $p <$

0.001), destaca el papel determinante de las redes sociales y los vínculos afectivos en la adherencia al ejercicio.

Este resultado está en línea con investigaciones realizadas en otras áreas urbanas de América Latina en las que también se observó que el acompañamiento —ya sea familiar, amigos o grupos— favorece la regularidad de la práctica (Márquez et al., 2016).

La importancia del acompañamiento también puede entenderse desde la perspectiva del envejecimiento saludable, promoviendo beneficios tanto físicos como emocionales orientados a resultados positivos, según lo señalado por la OMS (2015) en su marco para el envejecimiento saludable, por lo que se vuelve importante reconocer la participación social como un componente de salud integral.

Otra relación importante existe con la percepción de las instalaciones y el lugar habitual de práctica ($\rho = 0.60$, $p < 0.001$), ya que no todos los entornos físicos donde las mujeres ejercitan son iguales. La calidad percibida de los espacios públicos, por ejemplo, gimnasios comunitarios o canchas recreativas, afecta la elección del lugar (lugar) de actividad, por lo tanto, el nivel de compromiso (frecuencia y duración) con ella.

Esta dimensión está asociada a políticas de infraestructura urbana y a la conservación de áreas recreativas, siendo que se ha identificado una brecha de género tanto en la percepción de seguridad como en la accesibilidad (INEGI, 2023).

Los esfuerzos que utilizaron mensajes genéricos o apoyaron conceptos de alto orden fueron menos resonantes emocionalmente y menos inductores de cambio. Desde el punto de vista de las políticas, estos hallazgos deberían hacernos cuestionar nuestros enfoques hacia instituciones que históricamente han estado operando con una comunicación unidireccional que solo promociona los beneficios físicos del ejercicio.

El cuerpo de evidencia acumulada argumentaría la necesidad de un enfoque más holístico, con la comunicación siendo un elemento dentro de una ecología de intervención que comprende barreras estructurales, emocionales y sociales.

De acuerdo con el llamado de CEPAL (2022) para sociedades de cuidado, las intervenciones para el bienestar de la salud de las mujeres deben considerar la carga de trabajo no remunerado y el trabajo formal, y ofrecer alternativas realistas y deseadas.

De manera similar, la intervención de envejecimiento saludable debería reintroducirse no como una política dirigida a los ancianos, sino como un enfoque de curso de vida que llame a la actividad física continua desde la edad laboral.

En relación con el apoyo social, la fuerte asociación entre hacer ejercicio con amigos y un compromiso más prolongado en la actividad física ($\rho = 0.96$, $p < 0.001$) refleja la importancia de las conexiones emocionales y los lazos sociales para la adherencia a los programas de ejercicio. La práctica física en este sentido se convierte no tanto en un acto individual de hacer, sino en un acto de ser social, uno que se mediatiza a través de la confianza, la camaradería y un sentido de comunidad.

Este resultado coincide con el encontrado por Márquez et al. (2016) quienes hallaron que la práctica comunitaria mejora la consistencia y la motivación para practicar hábitos saludables.

Por el contrario, la asociación de la percepción de las instalaciones y el uso frecuente ($\rho = 0.60$, $p < 0.001$) también destaca un aspecto que a menudo se pasa por alto: el carácter simbólico de los espacios. Un reconocimiento favorable de un entorno no solo influye en su uso, sino también en la experiencia afectiva hacia ese lugar.

Un espacio digno, seguro y accesible no solo apoya la práctica del ejercicio, sino que también comunica el reconocimiento institucional de quienes lo utilizan.

En ese sentido, la política de infraestructura pública no puede reducirse a la construcción de instalaciones, sino que debe incluir mantenimiento, difusión y apropiación comunitaria.

También se presentan efectos diferenciados en las campañas institucionales. Aquellas que se basaron en testimonios de mujeres reales, con contextos laborales y familiares muy cercanos a la experiencia diaria de las trabajadoras, lograron crear más identificación y motivación.

Basado en los coeficientes estimados, la exposición a este tipo de mensaje está relacionada con un aumento de la percepción de viabilidad de asistir a centros comunitarios del 15%.

Este número es significativo porque implica que el término de comunicación puede tener un impacto en la toma de decisiones cuando está adecuadamente alineado.

Inversamente, las campañas que imitan estereotipos corporales, modelos normativos o mensajes descontextualizados no solo son menos impactantes, sino que incluso pueden ser perjudiciales al propagar el ciclo de exclusión o inadecuación.

La evidencia existente en la literatura indica que el tono, el contenido y la segmentación de los mensajes son componentes importantes de una comunicación efectiva, especialmente en temas de salud y bienestar dirigidos a poblaciones con barreras sistemáticas.

Estos resultados indican que nuestras políticas institucionales existentes deben ser examinadas críticamente. El fomento de la actividad física no puede sostenerse solo en el consejo médico o en beneficios físicos teóricos.

Es necesario un enfoque integral con comunicación empática, espacios a los que las mujeres puedan acceder fácilmente, horarios flexibles, atención basada en derechos y trabajo con suficiente reconocimiento que valore el tiempo de las mujeres como un derecho, no un privilegio.

Según el modelo de "envejecimiento saludable" de la OMS (2015), es importante reconocer que la estimulación de la práctica de actividad física no debe limitarse a las personas mayores.

Esto, sin embargo, debe comenzar en una etapa más temprana, particularmente en la edad productiva entre las mujeres, en la búsqueda de crear hábitos sostenibles que influyan en el bienestar en el ciclo de vida.

Dentro de este contexto, la comunicación por parte de las instituciones debe ser visionaria, reconociendo que la salud física está profundamente asociada con la participación social, la autonomía personal y la equidad institucional.

Por último, los resultados logrados fortalecen el papel del método de comunicación como un instrumento de política pública. Hay efectos materiales en cómo se elaboran los mensajes, cómo se construye la presencia de los cuerpos, qué palabras se seleccionan y qué canales se utilizan para la comunicación, en términos de cómo las personas se sienten acerca de su futuro.

La experiencia de las mujeres empleadas en México muestra que una comunicación respetuosa, realista y culturalmente específica puede superar patrones históricos de exclusión y promover la igualdad en el acceso a programas de salud.

El análisis de microdatos de MOPRADEF 2024 verifica la realidad en la que las prácticas regulares de actividad física en mujeres trabajadoras en México no son algo que pueda entenderse únicamente desde motivaciones individuales o decisiones aisladas.

Contrario a una lógica voluntarista, sin embargo, la participación en actividades físicas se enmarca en una serie de determinantes estructurales que materialmente limitan la participación en el bienestar y el autocuidado.

La falta de tiempo, el cansancio, tanto el cansancio del trabajo remunerado como el del trabajo doméstico, y los problemas de salud que en muchos casos son la consecuencia directa de las condiciones laborales o del entorno que el sistema prescribe, son los principales obstáculos que se han señalado.

Estas limitaciones no son contingentes, sino expresiones de una organización social real que persiste en deshonrar a las mujeres con el deber primario del cuidado y el trabajo doméstico, sin el correspondiente reconocimiento institucional.

Además, los datos muestran que ciertas variables interpersonales y contextuales pueden desempeñar un papel importante como facilitadores contra esta tendencia. El potencial del ejercicio en grupo, por ejemplo, también se correlaciona con la duración de las sesiones, lo que demuestra que las redes sociales y los vínculos afectivos son un componente central para mantener la adherencia.

Las percepciones positivas de los espacios comunitarios también tienen un impacto positivo en su adecuada utilización, en términos de calidad,

seguridad y accesibilidad. Todas estas consideraciones confirman que la experiencia del ejercicio no está ligada al cuerpo per se, sino que también fluye a través del contexto físico y social donde se manifiesta.

De particular interés es la influencia dispar de ambas campañas de comunicación institucional que utilizan estrategias diferenciadas. Aquellas que muestran a mujeres comunes, con trayectorias laborales y familiares que reconocemos, evocaron más identificación y motivación que aquellas que ofrecen modelos de referencia ampliamente diferentes de la vida cotidiana.

Esta información proporciona evidencia de que la efectividad de la estrategia de comunicación no es solo una función del canal y la cantidad de información que se difunde, sino de cuánto resuena y se ajusta el mensaje en términos de las condiciones materiales de la audiencia.

En este sentido, la comunicación institucional no es solo para fines de difusión o persuasión, sino que es parte de la dimensión estratégica de las políticas públicas.

Es necesario avanzar hacia narrativas más inclusivas, situadas horizontalmente y culturalmente informadas, reconociendo las realidades particulares de las mujeres trabajadoras sin culparlas sutilmente por no convertirse en máquinas milagrosas de autocuidado.

La evidencia recopilada indica que la construcción de programas efectivos destinados a promover la práctica de actividad física entre mujeres adultas implica una articulación intersectorial robusta. Las campañas de concienciación están muy bien, pero no sin incentivos estructurales como horarios flexibles en el trabajo, acceso gratuito a instalaciones deportivas, redes locales de guarderías y una mejor oferta de transporte público en la ciudad. Todo esto bajo la lógica de la igualdad que considera el tiempo libre un derecho y no un privilegio.

6. CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio confirman que las mujeres trabajadoras en México enfrentan múltiples barreras para la práctica de ejercicio físico, siendo las más reportadas la falta de tiempo, el cansancio derivado del trabajo y las responsabilidades familiares. Si bien existen iniciativas públicas

como los gimnasios comunitarios, su uso es marginal, en parte por desconocimiento, horarios poco accesibles, y una escasa alineación entre los mensajes institucionales y las realidades cotidianas de esta población.

Desde el plano motivacional, se observó que el acompañamiento social, la duración ajustada a la jornada laboral y la percepción positiva de las instalaciones comunitarias son factores que incrementan la viabilidad percibida para realizar ejercicio. Sin embargo, las estrategias comunicacionales actuales no han logrado traducir adecuadamente estos elementos en campañas eficaces.

El análisis de campañas institucionales reveló un desfase entre los discursos oficiales y las condiciones materiales de las mujeres trabajadoras. La representación idealizada del cuerpo saludable y los llamados a la autoeficacia individual no son suficientes si no se integran las dimensiones del cuidado, el tiempo disponible y el contexto socioeconómico. Por tanto, se requiere una reformulación de las estrategias de comunicación institucional en salud física, incorporando una perspectiva de género, con mensajes anclados en experiencias reales, horarios flexibles y una mayor promoción de espacios públicos ya disponibles.

Además, los datos cuantitativos y cualitativos convergen en señalar que la percepción de viabilidad para asistir a gimnasios comunitarios mejora cuando las campañas incluyen testimonios de mujeres reales, ajustan sus mensajes a las realidades laborales y familiares, y utilizan canales adecuados de difusión.

En suma, este estudio no solo ofrece un diagnóstico actualizado del estado de la práctica de ejercicio entre mujeres trabajadoras, sino que también plantea líneas claras para la mejora de políticas públicas y campañas institucionales orientadas a reducir las desigualdades estructurales en el acceso a estilos de vida activos.

7. REFERENCIAS

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2022). *La sociedad del cuidado: Horizonte para una recuperación sostenible con igualdad de género*. <https://bit.ly/CEPALsociedadCuidado>

Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (CONADE). (2021). *Programa Institucional 2021–2024*. Ciudad de México: CONADE. <https://bit.ly/CONADEprograma21-24>

- Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (CONADE). (2021). *Informe de resultados de programas de activación física 2020–2021*. México: CONADE. de <https://bit.ly/CONADEactivacion20-21>
- Conover, W. J. (1999). *Practical nonparametric statistics* (3.^a ed.). Wiley.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2008, 22 de abril). *Acuerdo por el que se establecen las normas para la protección de datos personales en posesión del INEGI*. <https://bit.ly/DOFproteccionINEGI08>
- Denzin, N. K. (2017). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods* (4.^a ed.). Routledge.
- Entman, R. M. (1993). Framing: Toward clarification of a fractured paradigm. *Journal of Communication*, 43(4), 51–58. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1993.tb01304.x>
- Gibbons, J. D., & Chakraborti, S. (2011). *Nonparametric statistical inference* (5.^a ed.). Chapman & Hall/CRC.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2022). *Encuesta Nacional sobre el Uso del Tiempo (ENUT) 2019: resultados principales*. Aguascalientes, México: INEGI. <https://bit.ly/INEGI-ENUT19>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2022: presentación de resultados*. Aguascalientes, México: INEGI. <https://bit.ly/INEGI-ENIGH22>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024). *Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico (MOPRADEF): microdatos 2024*. <https://bit.ly/INEGI-MOPRADEF24>
- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). (2023). *Informe de evaluación de programas comunitarios de salud*. México: IMSS. <https://bit.ly/IMSSevaluacion23>
- Márquez, B., Dunsiger, S. I., Pekmezi, D., Larsen, B. A., & Marcus, B. H. (2016). Social support and physical activity change in Latinas: Results from the Seamos Saludables trial. *Health Psychology*, 35(12), 1392–1401. <https://doi.org/10.1037/hea0000421>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). *Global status report on physical activity 2022*. Ginebra: OMS. <https://bit.ly/OMS-GSPAF2022>
- Secretaría de Salud (SSA). (2022). *Estrategia Nacional de Entornos Laborales Seguros y Saludables (ELSSA)*. México: SSA. Recuperado de <https://bit.ly/SSA-ELSSA22>
- Secretaría de Salud (SSA). (2023). *Informe de seguimiento de la actividad física comunitaria. Ciudad de México: Dirección General de Promoción de la Salud*. Recuperado de <https://bit.ly/SSA-ActividadFisica23>

MÁS ALLÁ DE LA TRADICIÓN: BARRERAS EN LA PRÁCTICA DEL REMO EN BANCO FIJO DESDE LA PERSPECTIVA DE GÉNERO

GUILLERMO RANERO DE RÉGIL
Universidad de Deusto

1. ESTADO DE LA CUESTIÓN

El mundo del deporte abarca un sin fin de prácticas deportivas, más concretamente, a nivel estatal, el Consejo Superior de Deportes (en adelante, CSD) (2024) diferencia 392 modalidades deportivas, englobadas en 66 federaciones; siendo el fútbol y el baloncesto, copando el 27,70% y 9,18% de las licencias respectivamente, las que mayor reconocimiento han ido recibiendo a lo largo de los años. Según esta misma fuente, de estas modalidades deportivas, el remo se encuentra en la 34ª posición en la clasificación de licencias federativas con un 0,37% de las licencias totales, las cuales engloban las 5 diferentes modalidades de Remo: Olímpico, de Mar, Paralímpico, en Sala y Tradicional; de las que tan sólo las tres primeras son subvencionables por el CSD.

La Federación Española de Remo (2024) define esta acción como el:

Conjunto de disciplinas deportivas que consisten en la propulsión de una embarcación en el agua con o sin timonel, mediante la fuerza muscular de uno o varios deportistas, usando una o dos palancas simples de segundo grado, sentados de espaldas en la dirección del movimiento.

Hablar de remo supone, a su vez, hacer referencia a las diferentes modalidades en las que puede desarrollarse. Aunque la modalidad Olímpica sea la más practicada y en la que se centran la mayoría de recursos e investigaciones científicas, bien es cierto que las prácticas del remo tradicional o de banco fijo son modalidades que han existido desde el inicio de los tiempos (Secher & Volianitis, 2009). Un claro ejemplo de esto hace referencia a la Bandera de la Concha, regata de traineras

disputada por primera vez en 1879 (Obregón-Sierra, 2021). Esta modalidad de remo ha ido adquiriendo un mayor protagonismo con el devenir de los años. En este sentido, tal y como indica Villamil (2009), la progresión y evolución de cualquier deporte está estrechamente ligada al avance tecnológico y, en el caso del remo, este fenómeno es evidente. Aun así, el remo en banco fijo o tradicional es considerado como la forma más primitiva de esta práctica deportiva (Federación Española de Remo, 2025).

San Miguel (2010), relata que el inicio del remo tradicional, tal y como se conoce hoy día, tiene su origen en el siglo XVI en las labores pesqueras y de salvamento marítimo de los puertos más importantes del norte de la Península Ibérica. Las tripulaciones debían remar rápido y, en ocasiones, en condiciones adversas para poder cumplir su cometido. Tanto San Miguel (2010), como Urkidi (2016), coinciden en que era una práctica muy masculinizada y relegaban el papel de la mujer a labores de descarga o de confección de redes entre otras. Otros autores como Azpiazu (2016) o Cantín (1995), en cambio, reconocen que a partir del siglo XVI las mujeres comenzaron a realizar trabajos tradicionalmente considerados masculinos en los puertos, debido al nicho creado por la falta de hombres dedicados a la pesca de gran altura, convirtiéndose en parte indispensable de la vida portuaria de los pueblos costeros del cantábrico (Reizabal, 1987).

Desde mediados del siglo XIX y hasta bien entrado el siglo XX, las regatas de traineras se celebraban principalmente en las grandes ciudades del norte de España como parte de sus programas festivos. Con el tiempo, también localidades más pequeñas comenzaron a incluirlas en sus fiestas patronales, siendo en todos los casos competiciones exclusivas para pescadores. Posteriormente, y a lo largo del siglo XX, estas regatas evolucionaron hacia una práctica deportiva organizada, con la progresiva sustitución de los pescadores por miembros de clubes deportivos de la costa cantábrica; principalmente en Galicia, Cantabria y el País Vasco. Esta transformación estuvo acompañada de una mayor estructuración de las competiciones, apoyo institucional, incentivos económicos y una fuerte identidad local. No obstante, este crecimiento afectó exclusivamente al remo masculino, ya que la presencia de

mujeres en las regatas no se consolidó hasta principios del siglo XXI (Obregón-Sierra, 2020).

Y es que, aunque las mujeres llevaran dos décadas compitiendo en bateles y trainerillas (León-Guereño et al, 2014), Obregón-Sierra (2021) describe cómo las mujeres no tuvieron oportunidad de competir en trainera hasta el año 2003; en el Descenso de Cabo da Cruz. No obstante, este descenso no fue exclusivo para mujeres y no fue hasta el año 2005, en la Txingudi-Eguneko Bandera celebrada en Hondarribia, cuando compitieron por primera vez de manera oficial, siendo ésta la primera regata de traineras exclusiva para mujeres. Tres años más tarde, en 2008, se celebró la primera Bandera de la Concha femenina, consolidando el creciente protagonismo de las mujeres en este deporte. Al año siguiente, en 2009, se creó la Liga Euskotren, estableciéndose como la máxima categoría de las competiciones femeninas. Paralelamente, se desarrollaron ligas complementarias como la Liga Gallega de Traíñeiras, también fundada en 2009, y la Liga ETE, establecida en 2018, que actúan como segundas divisiones. Estas ligas, han supuesto hasta día de hoy, el asentamiento de la competición femenina en traineras.

En los últimos años la participación femenina se ha multiplicado llegando a haber, a día de hoy, 6.158 licencias federativas (40,34% del total), respecto a las 2.040 (23,26%) de licencias registradas en 2007 por el CSD (2024). Obregón-Sierra (2021), prevé que el número de remeros se mantendrá estable; no así el número de remeras, el cual seguirá creciendo en los siguientes años hasta casi equipararse al de los remeros.

Pese a la creciente popularidad del remo en banco fijo en diversas regiones del norte peninsular, la evidencia científica en relación a esta modalidad continúa siendo limitada. En la actualidad, los diferentes estudios disponibles se han centrado en aspectos biomecánicos y de rendimiento físico, utilizando muestras compuestas casi exclusivamente por remeros masculinos (Larrinaga et al., 2023) dejando fuera, por tanto, dimensiones clave, como las conductuales o diferentes variables relacionadas con aspectos contextuales del mismo deporte, entre otras. Además, aspectos fundamentales como pueden ser las barreras estructurales o las dinámicas de género, que atraviesan la práctica de esta actividad, siguen sin ser considerados. Ante esta carencia, se hace

especialmente necesario un enfoque más amplio e inclusivo que contemple tanto a remeros como a remeras, así como a los diferentes agentes implicados en su desarrollo, como entrenadores y entrenadoras.

Aunque históricamente el remo en banco fijo ha sido considerado un deporte masculino, esta investigación plantea una mirada integradora que permita conocer y describir las barreras, facilitadores y condicionantes que afectan a todas las personas que practican este deporte, con especial atención a las posibles desigualdades de género. Este análisis permitirá establecer comparaciones entre géneros, identificar similitudes y diferencias en sus experiencias y analizar si las condiciones actuales de práctica se adecúan de forma equitativa a las necesidades de ambos grupos.

En este sentido, la presente investigación tiene como objetivo principal recoger las voces y experiencias de remeros y remeras de banco fijo, con el fin de identificar y visibilizar las barreras y obstáculos que puedan encontrar en su práctica deportiva. Este enfoque comparativo permitirá planificar acciones fundamentadas que contribuyan al avance hacia una práctica más equitativa, inclusiva y adaptada a la realidad diversa de quienes practican esta modalidad.

En este contexto, y con el fin de profundizar en el conocimiento de esta modalidad deportiva desde una perspectiva integral, la presente investigación plantea un análisis de diferentes variables relacionadas con la práctica del remo en banco fijo. A continuación, se presentan los principales ejes conceptuales sobre los que se articula este proyecto de investigación.

1.1. BARRERAS PERCIBIDAS

En pos de planificar cualquier estrategia de cara a aumentar la motivación y adherencia hacia el comienzo y el mantenimiento de la conducta activa, para Niñerola i Maymí et al. (2006), el análisis de las barreras que dificultan la práctica deportiva es imprescindible.

Los mismos autores indican que en los países más desarrollados, estas barreras han ido en aumento debido, en parte, a la dependencia a la tecnología, la urbanización de la población y la mecanización en el ámbito laboral. Es por ello que la Actividad Física y el Deporte han sido relegadas a un segundo plano en nuestra sociedad y solo pasa a tener

cabida en nuestro tiempo de ocio, teniendo que competir con una agenda social amplia y enfrentándose frecuentemente a un exceso de obligaciones familiares o laborales, más habitualmente en las mujeres (Steptoe, 2002; Juarbe et al. 2002). Esto coincide con lo descrito por Herazo-Beltrán et al. (2017) quienes señalan el estatus socioeconómico, el estado civil, el nivel educativo y la salud autopercebida como factores que influyen en la motivación para realizar ejercicio físico. Otra barrera que evalúan y definen Hart et al. (1989) es la evitación de mostrar el cuerpo en público, denominada *Ansiedad Física Social* ligada directamente a la imagen corporal percibida.

Por todo ello, Sterd et al. (2014) indican que la práctica de ejercicio físico es un comportamiento complejo y multidimensional determinado por numerosos factores biológicos, psicológicos, socioculturales y ambientales.

1.2. LIDERAZGO

Una de las variables que pretende recoger el estudio es el liderazgo ejercido por los entrenadores y entrenadoras dentro de los equipos de banco fijo. El liderazgo es un proceso que, tal y como Loughhead & Hardy (2005) recogen, es interactivo, existe influencia, sucede en un grupo y tiene como objetivo guiar hacia una meta. Otros, como Aoyagi, Cox & McGuire (2008), muestran cómo el rendimiento, la motivación intrínseca y la satisfacción de los deportistas están positivamente correlacionadas con el grado de congruencia entre la conducta preferida, requerida y real del liderazgo ejercido por sus entrenadores y percibida por sus deportistas.

El escenario ideal acorde al Modelo Multidimensional de Liderazgo (MML) propuesto por Chelladurai (1978), se da cuando las tres perspectivas coinciden, es decir, las preferencias de las remeros, y percepciones de entrenadores y remeros. Aun así, la congruencia respecto a la conducta real es la que favorece en mayor medida al rendimiento, aunque no coincidan en la conducta preferida. La máxima satisfacción del deportista se da cuando tanto la conducta real, como la preferida coinciden; sin importar la requerida. Finalmente, cuando la conducta

requerida y preferida coinciden, pero no la real, se observa un nivel bajo en el rendimiento (Kim & Kwon, 2015).

Autores como León-Guereño et al. (2018), quienes estudiaron el liderazgo en cuatro traineras masculinas hace más de un lustro, indican que ésta es una variable que todavía no ha sido estudiada en el remo tradicional femenino y ven interesante su estudio.

1.3. CAPITAL PSICOLÓGICO

El término Capital Psicológico se define como el estado psicológico positivo desarrollado de un individuo caracterizado por la autoeficacia, esperanza, optimismo y resiliencia (Luthans et al., 2007). La combinación de estos cuatro factores predice mejor el rendimiento y la satisfacción que la medición de cada uno de ellos por separado. El Capital Psicológico es un recurso personal que incrementa la capacidad para manejar situaciones difíciles y la proactividad personal, lo cual promueve el bienestar y el desempeño (Luthans et al., 2010). Al tratarse de un estado psicológico y no de un rasgo de personalidad, puede trabajarse para mejorar esa psicología positiva; aunque también puede verse afectado por factores externos o situacionales de manera negativa (Azanza et al., 2014).

Los cuatro factores componentes del Capital Psicológico están positivamente relacionados con el rendimiento deportivo (Arruza Gabilondo et al., 1998; García et al., 2018).

3.4. CARACTERÍSTICAS PSICOLÓGICAS RELACIONADAS CON EL RENDIMIENTO

Autores como Gimeno, Buceta & Pérez-Llantada (2001) y Pagano & Vizioli (2020) describen las siguientes características psicológicas como principales a la hora de medir el rendimiento deportivo de deportistas en competición:

- Control del estrés: Ayuda a los deportistas a manejar la presión y mejorar su rendimiento bajo tensión.
- Autoconfianza: Aporta datos sobre la regulación emocional del deportista e influye a la hora de adoptar estrategias

conductuales proactivas que optimicen el desempeño de manera eficaz.

- Motivación: Mide el interés y compromiso del deportista, clave para su persistencia y superación.
- Cohesión de equipo: Importante para el trabajo en equipo, mejorando la comunicación y cooperación en deportes colectivos.

La medición y comparación de estas cuatro variables en conjunto permiten obtener información valiosa sobre aspectos fundamentales del deportista, ya que proporcionan datos suficientes sobre sus necesidades y recursos para mejorar su rendimiento deportivo. La medición de estas variables por separado no sería tan útil, ya que no ofrecería una visión integral de las interacciones entre ellas, las cuales son cruciales para comprender plenamente el estado psicológico y el potencial del deportista (Gimeno, Buceta & Pérez-Llantada, 2001; Pagano & Vizioli, 2020).

Autores como Navarro et al. (2020) han estudiado estas variables psicológicas en remeros y remeras de Llaüt de cara a un test de remoergómetro; pero todavía no se ha llevado a cabo ninguna investigación en población que compita en trainera.

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La carencia de investigación científica en lo que a la práctica del remo en banco fijo respecta, y más concretamente en la práctica femenina, hace que sea de vital importancia profundizar y analizar las variables que influyen en la práctica y rendimiento de esta modalidad deportiva. Si bien las mujeres remeras se enfrentan a barreras y dificultades significativas, relacionadas con la falta de adaptación de los clubes, las metodologías de entrenamiento, las normativas e incluso los materiales a sus necesidades específicas, también es necesario considerar las experiencias de los remeros, cuyas trayectorias deportivas pueden verse condicionadas por otros factores sociales y estructurales. Este doble enfoque del estudio permite visibilizar desigualdades que afectan tanto a mujeres como a hombres, y pone de manifiesto la necesidad de avanzar hacia entornos de práctica más equitativos y adaptados a la diversidad.

Para alcanzar este objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos: recoger las percepciones y experiencias de remeros y remeras mediante la distribución de un cuestionario validado y la realización de grupos focales; analizar el estilo de liderazgo ejercido por entrenadores y entrenadoras, así como el percibido por los y las deportistas, mediante la aplicación de un cuestionario validado y de entrevistas semiestructuradas a diferentes cuerpos técnicos, con el fin de identificar las conductas de liderazgo presentes en los equipos de banco fijo; y examinar el perfil psicológico de los y las remeras mediante la distribución de un cuestionario validado, con el propósito de describir el capital y las características psicológicas propias de las remeras de banco fijo.

3. METODOLOGÍA

A lo largo del estudio, se empleará una metodología mixta que integrará tanto aspectos cuantitativos como cualitativos. Respecto a la parte cuantitativa se realizará un estudio de corte transversal, para lo que se aplicarán cuestionarios mediante la plataforma Google Forms, con preguntas cerradas, basadas en los siguientes cuestionarios ya validados: Autoinforme de Barreras para la Práctica de Ejercicio Físico (en adelante, ABPEF), Leadership Scale for Sports (en adelante, LSS), Sports Psychological Capital Questionnaire (en adelante, SPCQ) y el Cuestionario de Características Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo (en adelante, CPRD).

En lo que respecta al desarrollo de la metodología cualitativa, consistirá en entrevistas semiestructuradas a entrenadores y entrenadoras y de la organización de grupos focales formados por remeros y remeras de cada una de las regiones con mayor tradición; con el objetivo de ampliar e interpretar los resultados obtenidos en la fase cuantitativa del estudio.

3.1. CUANTITATIVA

Se llevará a cabo un mapeo y búsqueda de contactos de todas las federaciones, ligas y clubes de remo de banco fijo del cantábrico (Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco y el País Vasco-Francés) que dispongan de equipo femenino; posteriormente se contactará con sus

directivas e informará sobre el estudio, con ello se buscará llegar a contactar con toda la población que compita en trainera. Conseguida su aceptación, se facilitarán los siguientes cuestionarios validados que se responderán según una escala tipo likert en un único Google Forms compuesto por 75 ítems; éste estará diseñado para que sea contestado en un tiempo estimado de entre 10' y 12'.

Previo a los cuestionarios principales, se incluirá un breve bloque de preguntas sociodemográficas con el fin de obtener información básica sobre el perfil de los y las participantes (edad, sexo, rol dentro del equipo, años de experiencia, Club al que pertenecen, etc.). Estos datos permitirán contextualizar los resultados y establecer análisis comparativos según las diferentes categorías de participación.

Se diferenciarán tres perfiles de participantes: “Remero/Remera”, “Entrenador/Entrenadora” y “Remero-Entrenador/Remera-Entrenadora”.

Los entrenadores y entrenadoras cumplimentarán únicamente las preguntas sociodemográficas y el cuestionario LSS, referido a su percepción sobre su propio liderazgo. No cumplimentarán ningún otro cuestionario, por lo que la duración estimada de su participación será de entre 2 y 3 minutos.

Los Remeros y Remeras cumplimentarán las preguntas sociodemográficas y los cuatro cuestionarios principales (ABPEF, LSS, SPCQ y CPRD).

Los Remeros-Entrenadores y Remeras-Entrenadoras cumplimentarán las preguntas sociodemográficas y todos los cuestionarios correspondientes a los remeros y remeras (ABPEF, SPCQ y CPRD), así como el cuestionario LSS exclusivamente en su parte correspondiente a la figura del entrenador o entrenadora.

El cuestionario ABPEF adaptado por Niñerola et al. (2006) representa una herramienta fiable, precisa y validada a la hora de conocer las barreras a las que se enfrentan las remeras a la hora de la práctica del remo. El cuestionario evalúa cuatro factores diferentes: imagen corporal/ansiedad física social (5 ítems), fatiga/pereza (6 ítems), obligaciones/falta de tiempo (3 ítems) y ambiente/instalaciones (3 ítems).

Los factores evaluados en el test ABPEF son relevantes, ya que permiten recibir información sobre aspectos multifacéticos que pueden estar afectando a las remeras, desde el contexto sociocultural hasta barreras individuales y de entorno.

El cuestionario LSS validado por Chelladurai & Saleh (1980) y adaptado en 2021 por Teques et al. a su versión abreviada a 15 ítems, representa una herramienta precisa y validada para medir la percepción de los y las entrenadoras sobre su propio liderazgo, las preferencias y la percepción de los y las deportistas sobre el liderazgo de sus entrenadores. Este test mide cinco dimensiones clave del liderazgo en el ámbito deportivo: entrenamiento e instrucción (3 ítems), apoyo social (3 ítems), comportamiento democrático (3 ítems), comportamiento autocrático (3 ítems) y feedback positivo (3 ítems).

Tal como León-Guereño et al. (2018) indican, sería interesante que las remeras y cuerpo técnico cumplieran cuestionarios que midan el liderazgo dentro del equipo en dos etapas diferentes de la temporada, con el fin de observar el cambio en los comportamientos de los entrenadores y entrenadoras y la satisfacción de las remeras en distintas etapas de esta.

El SPCQ, adaptado por Borrajo, Azanza & Urquijo (2022) específicamente para el contexto deportivo, representa una herramienta precisa y validada para medir el Capital Psicológico Deportivo en deportistas. El cuestionario evalúa cuatro dimensiones clave: autoeficacia (6 ítems), esperanza (6 ítems), optimismo (2 ítems) y resiliencia (4 ítems); factores que son cruciales para el rendimiento y la satisfacción deportiva en disciplinas de alta exigencia, como lo es remo en banco fijo.

Este cuestionario nos permite, por un lado, obtener una perspectiva profunda de los recursos psicológicos de las remeras, que inciden en su persistencia en la práctica y en la habilidad para vencer barreras que pueden surgir en la práctica del remo en banco fijo. Del mismo modo, permite recolectar datos con el objetivo de detectar posibles variaciones y adaptaciones requeridas al diseñar estrategias de soporte psicológico y entrenamiento a futuro.

El cuestionario CPRD, adaptado por Pagano & Vizioli (2020), representa una herramienta precisa y validada para medir las características

psicométricas en deportistas. El cuestionario evalúa cinco dimensiones clave: Control del estrés (8 ítems), motivación (4 ítems), autoconfianza (5 ítems) y cohesión de equipo (8 ítems).

La valoración conjunta de estas cuatro variables ofrece un perfil completo de la remera, mostrando de forma completa sus fortalezas, debilidades y necesidades específicas en relación a sus características psicométricas. Este enfoque integral facilita la identificación de interacciones sinérgicas y compensatorias entre las variables, proporcionando un entendimiento más detallado de los elementos que afectan su desempeño. En contraposición a un análisis individual de cada variable, los datos recabados mediante esta evaluación combinada resultan muy útiles para elaborar programas de entrenamiento a medida y maximizar el desarrollo de la remera dentro de esta práctica.

3.2. CUALITATIVA

La siguiente fase del estudio se caracteriza por el uso de una metodología cualitativa en la que se hará uso de entrevistas semiestructuradas y grupos focales. Estas técnicas permitirán explorar en profundidad las percepciones, experiencias y barreras que enfrentan las personas involucradas en la práctica del remo en banco fijo. Tanto a la hora de realizar las entrevistas como los grupos, se priorizará llevarlas a cabo en formato presencial, aunque se podrá recurrir a videollamadas mediante Google Meet si fuera necesario. Las sesiones serán grabadas en audio, previa obtención del consentimiento informado, y posteriormente transcritas de forma literal para su posterior análisis. Las transcripciones se anonimizarán mediante la asignación de pseudónimos, y todos los datos serán almacenados de forma segura conforme a la normativa vigente en materia de protección de datos.

Las entrevistas semiestructuradas se realizarán a los entrenadores y entrenadoras de los tres distintos perfiles identificados: mujeres que entrenan a mujeres, hombres que entrenan a mujeres y hombres que entrenan a hombres; debido a que no se han identificado mujeres que ejerzan como entrenadoras en equipos masculinos.

Asimismo, se organizarán dos grupos focales diferenciados por sexo (uno con hombres y otro con mujeres), integrando remeros y remeras de las cuatro regiones con mayor tradición en remo en banco fijo de la zona norte: Galicia, Cantabria, Bizkaia y Gipuzkoa. Cada grupo estará compuesto por entre siete y diez participantes, seleccionados en base a criterios de diversidad en edad, experiencia y procedencia geográfica, asegurando una representación plural de clubes y niveles competitivos. Los grupos focales permitirán contrastar y complementar las percepciones individuales recogidas en las entrevistas, facilitando la identificación de discursos colectivos y patrones compartidos (da Silveira-Donaduzzi, 2015).

Durante el análisis de las entrevistas y grupos focales se prestará especial atención a la perspectiva de género y a otros factores interseccionales, como la edad, el nivel competitivo o la procedencia geográfica, los cuales podrían influir en las percepciones, barreras y dinámicas internas detectadas. Este enfoque permitirá enriquecer y matizar la comprensión de la realidad del remo en banco fijo desde múltiples perspectivas.

El objetivo de esta parte del estudio es identificar y comprender las principales barreras que afectan a la práctica del remo en banco fijo, tales como la conciliación laboral y familiar, la falta de recursos o el afrontamiento de lesiones. Se espera obtener una visión detallada y matizada de los desafíos que enfrentan las y los deportistas, así como reconocer patrones comunes y diferencias según las trayectorias, contextos socioeconómicos y niveles de participación. Todo ello permitirá construir un diagnóstico más completo sobre la situación actual del remo en banco fijo y orientar propuestas que promuevan entornos más equitativos y sostenibles para su desarrollo.

3.3. PRINCIPIOS ÉTICOS Y PERSPECTIVA DE GÉNERO

A lo largo de la duración del presente estudio se garantizará el cumplimiento de los principios éticos fundamentales. Se asegurará la confidencialidad y el anonimato de todas las participantes, obteniendo su consentimiento informado previo a la realización de las entrevistas y cuestionarios. Además, se respetará su derecho a retirar su participación en cualquier momento. Se tomará especial cuidado en manejar los datos

de manera segura y en utilizar los resultados únicamente con fines de investigación.

Del mismo modo, a la hora de desarrollar la investigación se tendrá en cuenta la perspectiva de género en la metodología, procedimientos y contenidos de la investigación. Igualmente, mencionar que todos los instrumentos a utilizar en el desarrollo del presente proyecto serán diseñados de manera inclusiva, evitando, por tanto, la utilización de lenguaje sexista y sesgos de género.

4. CONTRIBUCIÓN ESPERADA

El presente estudio aspira a generar un conocimiento empíricamente fundamentado que sirva como base para la transformación de las políticas deportivas en el remo en banco fijo. Al identificar los factores que condicionan el acceso, la permanencia y el desarrollo de las mujeres y hombres en este ámbito, se pretende aportar una visión más completa y contextualizada de las barreras estructurales, socioculturales y psicológicas que afectan su participación. Los resultados podrían orientar tanto a federaciones como a clubes en la elaboración de protocolos de igualdad, estrategias de formación en liderazgo con perspectiva de género y medidas para la promoción de la participación en todos los niveles del deporte.

Asimismo, se espera que esta investigación contribuya al debate académico en torno a la intersección entre deporte, género y territorio, ofreciendo un estudio representativo de realidades aún poco exploradas. En definitiva, buscamos abrir una conversación sobre cómo hacer del remo en banco fijo un espacio más equitativo e inclusivo para todas las personas que lo practican.

Aunque el proyecto se encuentra aún en fase inicial, sus aportaciones potenciales son significativas. En el plano práctico, se pretende ofrecer herramientas útiles para transformar el ecosistema del remo en banco fijo, desde el diseño de políticas más justas hasta la creación de entornos de entrenamiento sensibles al género. En el plano académico, el estudio espera contribuir a enriquecer el campo de investigación sobre deporte y equidad, aportando evidencia empírica desde una modalidad poco estudiada.

En conclusión, esta investigación no solo busca generar conocimiento, sino también promover un cambio en la práctica deportiva, recogiendo las voces de las personas participantes, visibilizando desigualdades y proponiendo alternativas. Se trata de un esfuerzo por comprender para transformar: hacer del remo en banco fijo no solo una práctica de tradición, sino también un espacio inclusivo.

5. REFERENCIAS

- Aoyagi, M.W., Cox, R.H. & McGuire, R.T. (2008). Organizational citizenship behavior in sport: relationships with leadership, team cohesion and athlete satisfaction. *Journal of Applied Sport Psychology*, 20(1), 25-41.
- Arruza Gabilondo, J. A., Balagué Gea, G., & Arrieta Illarramendi, M. (1998). Rendimiento deportivo e influencia del estado de ánimo, de la dificultad estimada, y de la autoeficacia en la alta competición. *Revista de psicología del deporte*, 7(2), 0193-204.
- Azanza, G., Domínguez, Á. J., Moriano, J. A., & Molero, F. J. (2014). Capital psicológico positivo. Validación del cuestionario PCQ en España. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 30(1), 294-301.
- Azpiazu, J. A. (2016). Las mujeres vascas y el mar. *Itsas memoria: revista de estudios marítimos del País Vasco*, (8), 811-829.
- Borrajó, E., Azanza, G., & Urquijo, I. (2022). An adaptation of the Psychological Capital Questionnaire for the sports environment. *Revista de Psicología del Deporte (Journal of Sport Psychology)*, 31(4), 176-185.
- Cantín, R. M. (1995). *Bateleras de Pasajes*. Vasconia. Cuadernos de Historia-Geografía, (23).
- Chelladurai, P., & Saleh, S. D. (1978). Preferred leadership in sports. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*.
- Chelladurai, P., & Saleh, S. D. (1980). Dimensions of leader behavior in sports: Development of a leadership scale. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2(1), 34-45.
- Cosgrove, M. J., Wilson, J., Watt, D., & Grant, S. F. (1999). The relationship between selected physiological variables of rowers and rowing performance as determined by a 2000 m ergometer test. *Journal of Sports Sciences*, 17(11), 845-852.
<https://doi.org/10.1080/026404199365407>
- Consejo Superior de Deportes (2 de abril de 2024). Histórico licencias (actualizado 2022). <https://bit.ly/3Fx4QCS>

- Consejo Superior de Deportes (2 de abril de 2024). Licencias por sexo 2007-2022. <https://bit.ly/4lI3nnp>
- Consejo Superior de Deportes (2 de abril de 2024). Licencias y Clubes 2022. <https://bit.ly/4kyAvDd>
- Federación Española de Remo. (17 de diciembre 2024). Modalidades de remo. <http://historico.federremo.org/modalidades/>
- García, C. R., Díaz, M. G., Rodríguez, A. M., & Vallerino, V. T. (2018). El optimismo como contribución a la resiliencia deportiva. *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte*, 13(1), 131-136.
- García, I., Obregón-Sierra, Á., & Padilla, J. R. (2023). Análisis de la influencia de las variables situacionales y temporales en el rendimiento de los equipos de remo de la Liga ACT de traineras. *Cultura, ciencia y deporte*, 18(57), 93-112.
- Giatsis, G. (2003). The effect of changing the rules on score fluctuation and match duration in the FIVB women's beach volleyball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 3(1), 57-64
- Gimeno, F., Buceta, J., & Pérez-Llantada, M. (2001). El cuestionario «características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo»(CPRD): Características psicométricas. *Análise psicológica*, 19(1), 93-113.
- Gimeno, F., Buceta, J., & Pérez-Llantada, M. (2007). Influencia de las variables psicológicas en el deporte de competición: evaluación mediante el cuestionario Características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo. *Psicothema*, 19(4), 667-672.
- Herazo-Beltrán, Y., Pinillos, Y., Vidarte, J., Crissien, E., Suarez, D., & García, R. (2017). Predictors of perceived barriers to physical activity in the general adult population: a cross-sectional study. *Brazilian journal of physical therapy*, 21(1), 44-50.
- Jamshed, S. (2014). Qualitative research method-interviewing and observation. *Journal of basic and clinical pharmacy*, 5(4), 87.
- Juarbe, T., Turok, X. P., & Pérez-Stable, E. J. (2002). Perceived benefits and barriers to physical activity among older Latina women. *Western journal of nursing research*, 24(8), 868-886.
- Kellmann, M., Bubmann, G., & Schulte, S. (2008). Psychological Aspects of Rowing. In J. Dosil (Ed.), *The Sport Psychologist's Handbook: A Guide for Sport-Specific Performance Enhancement* (pp. 479-501). John Wiley & Sons Ltd Editorial. <https://doi.org/10.1002/9780470713174.ch21>

- Kim, E.H. & Kwon, H. (2015). The impact of congruence between preferred and perceived leadership on satisfaction among professional dancers. *Korean Journal of Sport Science*, 26(3), 503-514.
- Larrinaga, B., León-Guereño, P., Arbillaga A., & Coca, A. (2023). Análisis de los parámetros de rendimiento del remo de Traineras: una revisión sistemática. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación, (49), 322-332.
- León-Guereño, P., Gabilondo, J. A. A., & Bañuelos, F. S. (2014). Estilo de liderazgo y satisfacción de los deportistas: análisis y valoración de los comportamientos de los entrenadores y su relación con la satisfacción de los remeros de banco fijo (traineras) (Doctoral dissertation, Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea).
- León-Guereño, P., González Rodríguez, Ó., Aguayo Benito, Y., & Arruza Gabilondo, J. A. (2018). La relación entre el tipo de liderazgo de los entrenadores de remo de banco fijo, el número de regatas remadas y la satisfacción de sus deportistas. *Sportis*, 4(3), 462-479.
- Loughead, T.M & Hardy, J. (2005). An examination of coach and peerleader in sport. *Elsevier Psychology of Sport and Exercise*, 6, 303-312.
- Luthans, F., Avolio, B. J., Avey, J. B., & Norman, S. M. (2007). Positive psychological capital: Measurement and relationship with performance and satisfaction. *Personnel psychology*, 60(3), 541-572.
- Luthans, F., Avey, J. B., Avolio, B. J., & Peterson, S. J. (2010). The development and resulting performance impact of positive psychological capital. *Human resource development quarterly*, 21(1), 41-67.
- Magyar, T. M. (2002). A social cognitive perspective of motivational and self-regulatory mechanisms of leadership in female collegiate rowers. Michigan State University.
- Magyar, T. M., Feltz, D. L., & Simpson, I. P. (2004). Individual and crew level determinants of collective efficacy in rowing. *Journal of sport and exercise psychology*, 26(1), 136-153.
- Matthew, D., & Delestrat, A. (2009). Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. *Journal of sports sciences*, 27(8), 813-821.
- Navarro, I., Sempere, A., & Costa-López, B. (2020). Barreras psicológicas en el rendimiento del remoergómetro. *Revista de Psicología Aplicada al Deporte y el Ejercicio Físico*, 5(1), e4.
<https://doi.org/10.5093/rpadef2020a6>
- Niñerola, J., Ortís, L. C., & Bassets, M. P. (2006). Barreras percibidas y actividad física: el autoinforme de barreras para la práctica de ejercicio físico. *Revista de Psicología del Deporte*, 15(1), 53-69.

- Obregón-Sierra, Á. (2020). Evolución del número de regatas de traineras (1939-2019). *Materiales Para La Historia Del Deporte*, (20), 84-93.
10.20868/mhd.2020.20.4384
- Obregón-Sierra, Á. (2021). Regatas de traineras: de la pesca al deporte (Trainera competition: from fishing to sport). *Zainak. Cuadernos de Antropología-Etnografía*, (39).
- Pagano, A. E., & Vizioli, N. A. (2020). Adaptación del Cuestionario de Características Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD). *Revista Evaluar*, 20(3), 51-67.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L., Stewart, L., Thomas, J.,... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *bmj*, 372.
- Patton, M. Q. (2014). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice*. Sage publications.
- Podstawski, R., Boryślawski, K., Katona, Z. B., Alföldi, Z., Boraczyński, M., Jaszczur-Nowicki, J., & Gronek, P. (2022). Sex Differences in Anthropometric and Physiological Profiles of Hungarian Rowers of Different Ages. *International Journal of Environmental Research & Public Health*, 19(13), 8115. <https://doi.org/10.3390/ijerph19138115>
- Pedersen, A. V., Aksdal, I. M., & Stalsberg, R. (2019). Scaling demands of soccer according to anthropometric and physiological sex differences: a fairer comparison of men's and women's soccer. *Frontiers in psychology*, 10, 453820.
- Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española* (23ªed.) Retrieved from <https://dle.rae.es/>
- Reizabal, G. (1987). *Gora arraunak : la historia del remo vasco*. Iparraguirre.
- San Miguel, R. O. (2010). Legendarias regatas de traineras: las primeras décadas en el asentamiento del deporte de Remo de Banco Fijo en el Cantábrico (1844-1871). *Zainak. Cuadernos de Antropología-Etnografía*, (33), 341-360.
- Secher, N., & Volianitis, S. (Eds.). (2009). *The Handbook of Sports Medicine and Science: Rowing*. John Wiley & Sons.
<https://doi.org/10.1177/0263276486003001007>
- da Silveira-Donaduzzi, S., Colomé-Beck, C., Heck-Weiller, T., da Silva-Fernandes, M., & Viero, V. (2015). Grupo focal y análisis de contenido en investigación cualitativa. *Index de enfermería*, 24(1-2), 71-75.

- Steptoe, A., Wardle, J., Cui, W., Bellisle, F., Zotti, A. M., Baranyai, R., & Sanderman, R. (2002). Trends in smoking, diet, physical exercise, and attitudes toward health in European university students from 13 countries, 1990–2000. *Preventive medicine*, 35(2), 97-104.
- Sterdt, E., Liersch, S., & Walter, U. (2014). Correlates of physical activity of children and adolescents: A systematic review of reviews. *Health Education Journal*, 73(1), 72-89.
- Teques, P., Silva, C., Rosado, A., Calmeiro, L., & Serpa, S. (2021). Refining the short version of the Leadership Scale for Sports: factorial validation and measurement invariance. *Psychological Reports*, 124(5), 2302-2326.
- Tutte, V., & Reche, C. (2016). Burnout, resiliencia y optimismo en el hockey sobre hierba femenino. *Cuadernos de psicología del deporte*, 16(3), 73-78.
- Urkidi, J. (2016). La pesca con chalupas y traineras en Bermeo a principios del siglo XX. *Itsas memoria: revista de estudios marítimos del País Vasco*, (8), 347-370.
- Villamil, J. (2009). Validez y fiabilidad del método de la frecuencia cardiaca para la valoración del metabolismo aeróbico-anaeróbico en remeros de alto nivel. Universidad de Oviedo. <https://doi.org/978-84-692-8948-8>

ACTIVIDAD FÍSICA Y MUJER. ADAPTACIÓN AL ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA DE ALTA INTENSIDAD DURANTE LA GESTACIÓN EN RATAS

DÉBORA PRISCILA LIMA DE OLIVEIRA

Profesor de la facultad de salud de pernambucan

RAQUEL DA SILVA ARAGÃO

Profesor de la universidad federal de Pernambuco

1. INTRODUCCIÓN

El ejercicio físico regular durante el embarazo ha sido ampliamente recomendado por diversas organizaciones de salud debido a sus numerosos beneficios para la madre y el feto (Barakat et al., 2015; Sharkey y Gaskill, 2013). Entre las modalidades de entrenamiento recomendadas, el entrenamiento de resistencia ha cobrado relevancia por promover ganancias en fuerza muscular, resistencia y control del peso corporal, además de contribuir a la mejora de la salud metabólica materna y el desarrollo fetal (Hopkins et al., 2013). Sin embargo, a pesar de la evidencia favorable, aún existen lagunas en cuanto a los efectos de la asociación entre el ejercicio de resistencia de alta intensidad y condiciones nutricionales adversas, como el consumo de dietas obesogénicas, especialmente cuando estas intervenciones ocurren en los períodos pregestacional y gestacional.

El consumo de una dieta obesogénica, caracterizada por un alto contenido de grasas y azúcares, es un factor ampliamente reconocido por afectar negativamente el metabolismo materno y fetal, y puede influir en el entorno intrauterino y predisponer a la descendencia a futuros trastornos metabólicos (Tamashiro et al., 2007; Silva et al., 2021). Estudios con modelos animales han demostrado que la nutrición materna tiene

un impacto directo en la placenta, el desarrollo de los órganos fetales y el riesgo de enfermedades metabólicas en la descendencia adulta (Lowe et al., 2010; Laker y Wlodek, 2013). Al mismo tiempo, el ejercicio físico parece ser una herramienta prometedora para mitigar estos efectos nocivos, modulando las vías inflamatorias, oxidativas y epigenéticas (Laker y Wlodek, 2013; Novak et al., 2019).

En este contexto, es importante investigar el efecto del entrenamiento de resistencia de alta intensidad en ratas sometidas a una dieta obesogénica, especialmente cuando dicha intervención se produce antes y durante la gestación. El análisis de la capacidad de carga máxima, la carga relativa, el trabajo y el rendimiento durante el protocolo de entrenamiento puede proporcionar información valiosa sobre cómo estos factores se interrelacionan e influyen en el rendimiento físico de las ratas en diferentes etapas. Además, comprender estas adaptaciones puede contribuir a dilucidar los mecanismos de compensación y limitación fisiológica que se producen al enfrentarse al estrés mecánico del ejercicio combinado con la sobrecarga metabólica inducida por la dieta.

Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo analizar los efectos del entrenamiento de resistencia de alta intensidad, aplicado en dos momentos diferentes (antes y durante la gestación), sobre el rendimiento físico de ratas sometidas a una dieta control o a una dieta obesogénica. La hipótesis central es que la dieta obesogénica compromete el rendimiento físico de las ratas, incluso cuando se estimula mediante el entrenamiento, y este efecto es más evidente cuando la variable considerada es la carga relativa al peso corporal. Además, se espera que el período gestacional intensifique estas diferencias, dada la sobrecarga fisiológica impuesta por la gestación.

2. OBJETIVOS

- 2.1. Evaluar la capacidad máxima de carga de la rata antes y durante el embarazo.

3. METODOLOGÍA

3.1. ASPECTOS ÉTICOS

El estudio experimental fue aprobado por el Comité de Ética en el Uso de Animales (CEUA) de la Universidad Federal de Pernambuco (UFPE) (Apéndice A), con el número de proceso 105/2021. Se siguieron las normas del Consejo Nacional para el Control de la Experimentación Animal (CONCEA) para garantizar el cuidado y manejo ético de los animales utilizados en el experimento.

3.2. ANIMALES

Se utilizaron 34 ratas albinas Wistar de la colonia del Departamento de Nutrición de la UFPE. Los criterios de selección fueron: tener entre 60 y 70 días de edad, un peso corporal entre 180 y 220 gramos, ser nulíparas y no tener parentesco. Estas precauciones se tomaron para minimizar las posibles influencias fisiológicas y genéticas en los resultados. Los animales se mantuvieron en un vivario experimental a una temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, en un ciclo de 12/12 h [ciclo de luz (8:00 p.m. a 8:00 a.m.) y ciclo de oscuridad (8:00 a.m. a 8:00 p.m.)] y con libre acceso a agua y alimento. Todas las manipulaciones se realizaron durante el ciclo de oscuridad. Los animales se sometieron a un período de adaptación de una semana al ciclo de luz invertido. Después de este período, cada rata se colocó en una jaula de vivario de polipropileno estándar (33x40x17cm). Las ratas se dividieron aleatoriamente según la dieta que recibieron y si se sometieron o no a entrenamiento de resistencia. El apareamiento se realizó con una proporción de dos hembras por un macho. El embarazo se diagnosticó mediante frotis vaginales; el embarazo se confirmó cuando hubo espermatozoides presentes en la cavidad vaginal (día cero de gestación, G0) (Marcondes; Bianchi; Tanno, 2002). Tras confirmarse la preñez, las ratas se separaron de los machos al día siguiente (G1) y se alojaron individualmente en jaulas, con acceso libre a agua y alimento. Se controló la paternidad, utilizando cada macho un máximo de dos veces por cada grupo experimental. El periodo de apareamiento duró entre uno y cuatro días, y todos los

animales recibieron una dieta control durante este periodo. Las ratas se sacrificaron antes del parto en G20.

3.3. DIETA OBESOGÉNICA

En cuanto a la dieta materna, las ratas recibieron una dieta control (CD) o una dieta obesogénica (DO) durante los períodos pregestacional (4 semanas) y gestacional (3 semanas). La composición centesimal y el aporte de macronutrientes de las dietas ofrecidas se presentan en la Tabla 1. La CD consistió en una dieta comercial estándar proporcionada por el vivero, marca Nuvilab (Nuvilab®, Quimtia, Curitiba, Brasil). La DO fue adaptada de Bortolin et al. (2018) e incluyó la adición de manteca de cerdo, como fuente de grasa saturada, y sal de mesa, además de una reducción en la cantidad de fibra (celulosa). Parte de los carbohidratos complejos (almidón de maíz y almidón dextrinizado) también se reemplazaron por carbohidratos simples (sacarosa).

TABLA 1. *Aporte centesimal y de macronutrientes de las dietas. Dieta obesogénica adaptada de Bortolin (2018).*

Macronutrientes y calorías	Dieta de Control ^a	Dieta Obesogénica b
Calorías (kcal/g)	3,6	4,69
Contribución calórica de macronutrientes		
Proteínas	24%	14,2%
Lípidos	10%	47,0%
Carbohidratos	66%	36,5%

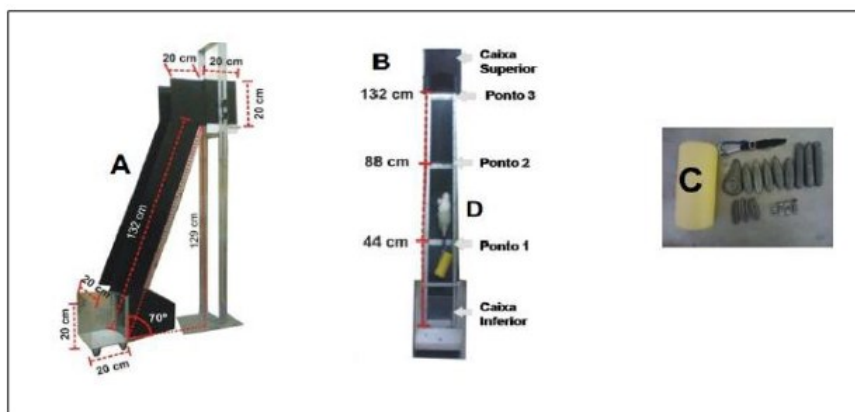
3.4. PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA DE ALTA INTENSIDAD

El programa diario de entrenamiento de resistencia en escalera de Antonio-Santos (2016) fue adaptado previamente por nuestro grupo, y se probaron diferentes intensidades de entrenamiento durante la gestación (Oliveira et al., 2025). Las ratas se dividieron aleatoriamente en entrenadas y no entrenadas, sometiénolas a pruebas de sobrecarga máxima y de entrenamiento.

El entrenamiento se realizó en una escalera (Figura 1), desarrollada por nuestro grupo (Antonio-Santos et al., 2016), de 132 cm y 87 peldaños

metálicos, con un ángulo de 70° entre la base de la escalera y el suelo. Las ratas subieron la escalera con una carga progresiva fijada a la cola. El soporte para fijar la carga en la cola de la rata consiste en una cinta semielástica con un mosquetón en el extremo y un contenedor cilíndrico para sujetar las cargas (Figura 1C).

FIGURA 6. Aparato de entrenamiento. Nota: (A) Vista lateral (escalera de 129 cm de altura; 20 cm de ancho; 132 cm de largo; con 87 escalones y 1 cm de separación entre ellos). (B) Vista frontal, descripción de los puntos donde se colocó la rata (recuadro inferior transparente, punto 1 a 44 cm de la base, punto 2 a 88 cm de la base y punto 3 a 132 cm de la base y recuadro superior oscuro). (C) El soporte para la fijación de la carga consiste en una cinta de sujeción (formada por una cinta semielástica con un mosquetón en el extremo) y un contenedor donde se colocaron las cargas. (D) Rata subiendo la escalera con una carga fija en la cola. Fuente: ANTONIO-SANTOS et al., 2016.



Todas las ratas sometidas a entrenamiento de resistencia se adaptaron al aparato de entrenamiento durante 5 días según el protocolo (Antonio-Santos et al., 2016), aún en el período de entrenamiento pregestacional. El estímulo utilizado para que las ratas subieran la escalera fue un ligero toque con las yemas de los dedos en la región dorsal del animal, entre las patas traseras. Al día siguiente de finalizar el período de adaptación, todas las ratas fueron sometidas a una prueba de capacidad de carga máxima (Hornberger; Farrar, 2004) para estimar la sobrecarga máxima y monitorear la ganancia de fuerza a lo largo de las semanas de entrenamiento (Oliveira et al., 2025).

En la primera prueba de capacidad de carga máxima, las ratas subieron inicialmente con una sobrecarga del 75 % de su peso corporal (Hornberger; Farrar, 2004). Tras cada ascenso exitoso, se aplicó un intervalo de 120 segundos y se añadieron 30 gramos a la sobrecarga hasta que el animal falló el intento. Tras 3 intentos fallidos consecutivos, se registró la última sobrecarga con la que el animal logró subir, considerándose la carga máxima. Para determinar la capacidad de carga máxima de las semanas posteriores, las primeras subidas se realizaron con el 80 % y el 100 % de la sobrecarga máxima de la semana anterior, y posteriormente se añadieron 30 gramos, como se indicó previamente. Los intervalos entre subidas, en todas las pruebas de capacidad de carga máxima, se mantuvieron en 120 segundos (Antonio-Santos et al., 2016). La prueba de carga máxima se utilizó para ajustar la intensidad del entrenamiento semanal.

Antes del embarazo, todas las ratas del grupo Entrenado se sometieron a un programa diario de entrenamiento de resistencia en escaleras para ser consideradas físicamente activas antes del período gestacional (Oliveira et al., 2025). El programa de entrenamiento de resistencia antes y durante el embarazo consistió en 7 a 9 subidas, 5 días a la semana, durante 3 semanas, permitiendo cada subida entre 10 y 16 movimientos alternados (Oliveira et al., 2025). La primera escalada se realizó con el 50 % de la sobrecarga máxima y, a partir de la segunda, la intensidad se mantuvo al 80 %. El tiempo de descanso entre escaladas se mantuvo en 90 segundos (Antonio-Santos et al., 2016).

Tras confirmarse la gestación, las ratas continuaron el programa de entrenamiento de resistencia iniciado en el período pregestacional, asumiendo la carga máxima de la última prueba (pregestacional) como carga inicial para el período gestacional. Todas las ratas de los grupos entrenados finalizaron el protocolo de entrenamiento el quinto día de la tercera semana, a los 20 días de gestación. Todas las sesiones de entrenamiento y las pruebas de capacidad de carga máxima comenzaron aproximadamente 5 horas después del inicio del ciclo de oscuridad.

Las ratas de los grupos sin entrenamiento fueron transportadas al mismo lugar durante el período de entrenamiento y no tuvieron acceso a agua ni alimento durante este período para simular el posible estrés

del transporte y el entorno al que estuvieron expuestas las ratas de los grupos entrenados.

3.5 Grupos experimentales

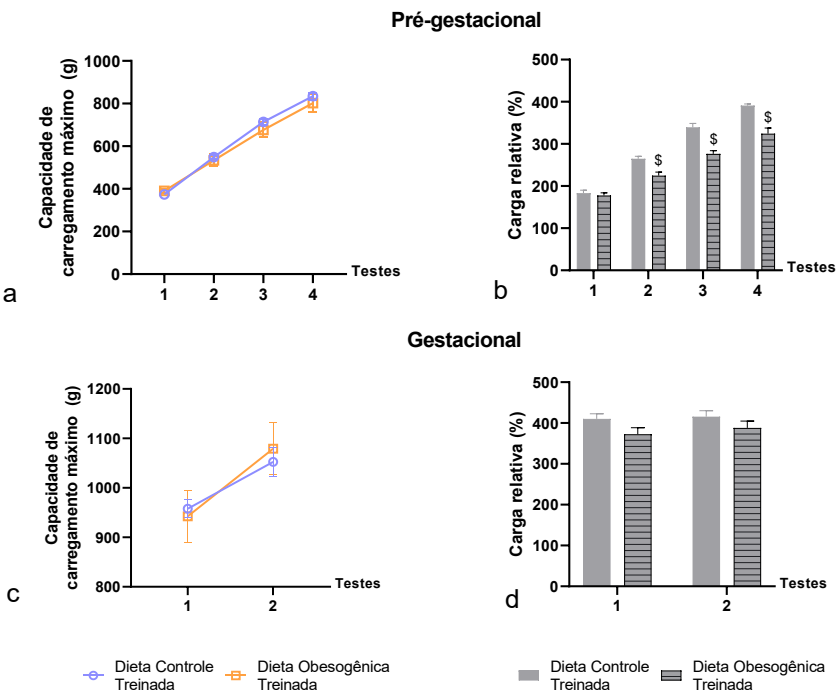
Considerando la manipulación nutricional y el entrenamiento de resistencia realizado, se obtuvieron 4 grupos experimentales: Grupo Dieta Control-Sin Entrenamiento (DC-NT, n=8), Grupo Dieta Control-Sin Entrenamiento (DC-T, n=8), Grupo Dieta Obesogénica -Sin Entrenamiento (DO-NT, n=9), Grupo Dieta Obesogénica -Sin Entrenamiento (DO-T, n=9).

4. RESULTADOS

La capacidad de carga máxima y la carga relativa de los grupos entrenados se presentaron en la Figura 5. En el período pregestacional, no hubo diferencia entre los grupos al evaluar la carga bruta (Figura 5 a) (Prueba 1: DC-T $373,7 \pm 13,09$ y DO-T $390,8 \pm 10,4$; Prueba 2: DC-T $548,9 \pm 10,13$ y DO-T $533,8 \pm 28,1$; Prueba 3: DC-T $714,1 \pm 13,89$ y DO-T $676,5 \pm 35,61$; Prueba 4: DC-NT $834,5 \pm 15,8$ y DO-T $801,8 \pm 41,5$; $p > 0,05$). Sin embargo, al evaluar la carga relativa – relación de la carga bruta con el peso corporal, se observó que el grupo DO presentó una carga relativa menor en el segundo, tercer y cuarto test ($p < 0,05$) (Test 1: DC-T $183,3 \pm 6,7$ y DO-T $177,5 \pm 6,5$; Test 2: DC-T $264,9 \pm 5,8$ y DO-T $225 \pm 8,3$; Test 3: DC-T $339,6 \pm 8,7$ y DO-T $276,5 \pm 7,4$; Test 4: DC-T $391,2$ y DO-T $324,5 \pm 13,06$). La capacidad de carga también se evaluó con ratas preñadas; la carga bruta no mostró diferencias entre los grupos ($p > 0,05$) (Prueba 1: DC-T $957,7 \pm 18,3$ y DO-T $942,4 \pm 52,5$; Prueba 2: DC-T $1030 \pm 34,5$ y DO-T $1079 \pm 52,4$). El resultado se repitió al evaluar la carga relativa ($p > 0,05$) (Prueba 1: DC-T $410,3 \pm 12,5$ y DO-T $372,7 \pm 15,7$; Prueba 2: DC-T $403 \pm 17,7$ y DO-T $388 \pm 16,9$).

Figura 2. Carga bruta y relativa del entrenamiento de resistencia de alta intensidad pregestacional y gestacional. Capacidad máxima de carga y carga relativa en los períodos pregestacional (a-b) y gestacional (c-d). Estos datos se evaluaron en cuatro momentos del período pregestacional (Pruebas 1, 2, 3 y 4) y dos veces en el período gestacional (Pruebas 1 y 2). Dieta de control entrenada (DC-T, n = 8), dieta obesogénica entrenada (DO-T, n = 9). Los datos se presentan como media $\pm$ error

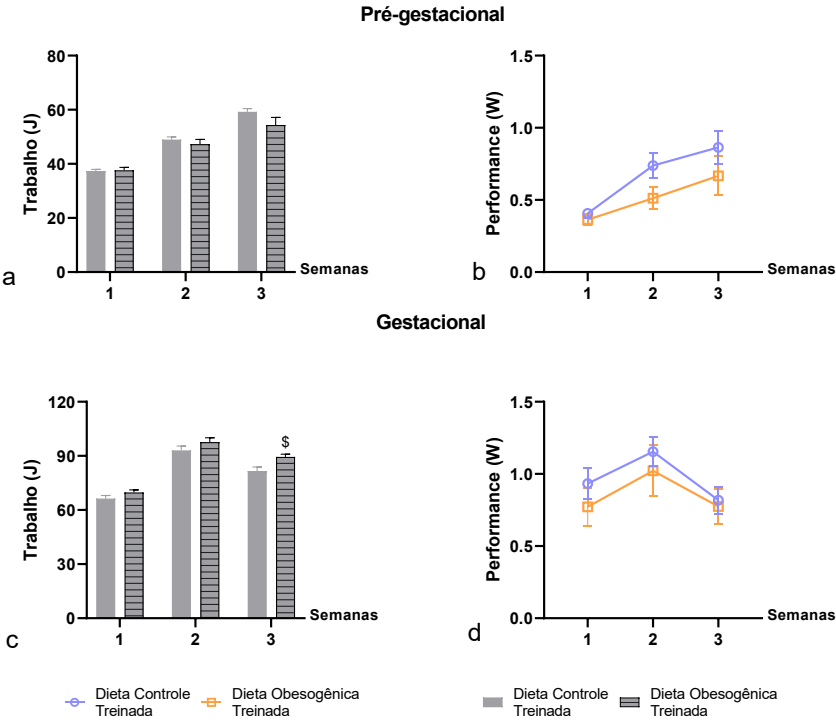
estándar de la media. ANOVA de dos vías con medidas repetidas, prueba posterior de Tukey. \$ vs. DC-T. $p < 0,05$.



El trabajo y el rendimiento del entrenamiento de resistencia de alta intensidad se evaluaron antes y durante el embarazo (Figura 5). El trabajo es el resultado de la carga bruta soportada, más el peso corporal, y el número de ascensos realizados en la distancia fija de la escalera de entrenamiento. El rendimiento, a su vez, es el resultado del trabajo durante el tiempo empleado en ascender la distancia de la escalera. Por lo tanto, no se observaron diferencias entre los grupos en el período previo al embarazo ($p > 0,05$). El trabajo, Figura 5a (Semana 1: DC-T $37,29 \pm 0,68$ y DO-T $37,63 \pm 1,08$; Semana 2: DC-T $48,95 \pm 1,04$ y DO-T $47,32 \pm 1,74$; Semana 3: DC-T $59,25 \pm 1,19$ y DO-T $54,4 \pm 2,8$) y el rendimiento, Figura 5b (Semana 1: DC-T $0,4 \pm 0,02$ y DO-T $0,36 \pm 0,03$; Semana 2: DC-T $0,73 \pm 0,08$ y DO-T $0,51 \pm 0,07$; Semana 3: DC-T $0,86 \pm 0,11$ y DO-T $0,66 \pm 0,13$) fueron similares entre los grupos. Durante el periodo gestacional, específicamente en la tercera semana de gestación, el grupo DO-T presentó un mayor trabajo (Figura 5c) que el DC-T ($p < 0,05$),

(Semana 1: DC-T $66,31 \pm 1,7$ y DO-T $69,76 \pm 1,34$; Semana 2: DC-T $93,06 \pm 2,34$ y DO-T $97,69 \pm 2,39$; Semana 3: DC-T $81,53 \pm 2,34$ y DO-T $89,43 \pm 1,53$). El rendimiento (Figura 5d) no mostró ninguna diferencia entre los grupos ($p > 0,05$) (Semana 1: DC-T $0,93 \pm 0,1$ y DO-T $0,77 \pm 0,13$; Semana 2: DC-T $1,15 \pm 0,1$ y DO-T $1,02 \pm 0,17$; Semana 3 DC-T $0,81 \pm 0,09$ y DO-T $0,77 \pm 0,11$).

FIGURA 3. Desempeño laboral en el período pregestacional y gestacional. Trabajo y desempeño pregestacional (a-b) y gestacional (c-d). Estos datos se evaluaron durante 3 semanas de entrenamiento pregestacional y 3 semanas de entrenamiento gestacional. Entrenamiento en dieta control (DC-T, n=8), entrenamiento en dieta obesogénica (DO-T, n=9). Los datos se presentan como media $\pm$ error estándar de la media. ANOVA de dos vías con medidas repetidas, prueba posterior de Tukey. \$ vs. DC-T. $p < 0,05$.



5. DISCUSIÓN

Los datos obtenidos demuestran que, si bien la ingesta de una dieta obe-sogénica no comprometió la carga máxima absoluta soportada por las

ratas entrenadas (DO-T) durante los períodos pregestacional y gestacional, se observaron diferencias significativas en la carga relativa, especialmente en las fases más avanzadas del entrenamiento pregestacional. La carga relativa, que considera el peso corporal del animal, fue menor en el grupo DO-T en las pruebas 2, 3 y 4, lo que indica que el exceso de peso corporal inducido por la dieta afectó negativamente la relación entre la fuerza y la masa corporal. Este hallazgo concuerda con estudios previos que indican que la obesidad puede reducir la fuerza relativa incluso cuando se conserva la fuerza absoluta (Sharkey y Gaskill, 2013; Oliveira et al., 2025).

Durante el período gestacional, ni la carga bruta ni la carga relativa difirieron entre los grupos. Esto podría estar relacionado con el hecho de que, durante el embarazo, el aumento fisiológico de peso (debido al crecimiento fetal y las adaptaciones maternas) puede atenuar las diferencias observadas previamente en la fase pregestacional. Por lo tanto, incluso con el mayor peso corporal de las ratas del grupo DO-T, el rendimiento relativo en peso podría haberse compensado con adaptaciones neuronales y musculares derivadas del entrenamiento regular (Lowe et al., 2010; Novak et al., 2019). La ausencia de una diferencia en la carga relativa durante este período también sugiere que la obesidad materna por sí sola no compromete la capacidad de mantener el entrenamiento de resistencia durante el embarazo, aunque sus efectos metabólicos deberían considerarse en análisis complementarios (Oliveira et al., 2025; Hopkins et al., 2013).

En cuanto al trabajo y el rendimiento, los datos refuerzan que, en el período pregestacional, ambos grupos presentaron una progresión similar, sin diferencias significativas entre DO-T y DC-T. Esto indica que la dieta obesogénica no logró comprometer el volumen total de esfuerzo realizado ni la eficiencia en el tiempo de ejecución durante esta fase (Silva et al., 2021). Sin embargo, en la tercera semana de gestación, el grupo DO-T presentó un mayor trabajo en comparación con el grupo control entrenado. Este resultado podría estar relacionado con el mayor peso corporal de las ratas obesas, ya que el cálculo del trabajo considera tanto la carga transportada como el peso corporal. Por lo tanto, el mayor valor de trabajo observado en el grupo DO-T podría reflejar, en parte,

un efecto mecánico del aumento de masa y no necesariamente un mejor rendimiento muscular funcional (Tamashiro et al., 2007).

A pesar de ello, el rendimiento, que considera el tiempo de ejecución del trabajo, no presentó diferencias significativas entre los grupos en ninguna de las semanas de entrenamiento, ni en el período pregestacional ni en el gestacional. Esto sugiere que, si bien la carga de trabajo total se vio influenciada por la mayor masa corporal en el grupo DO-T, la eficiencia en la ejecución de la tarea se mantuvo. Este hallazgo es relevante porque indica que la obesidad inducida por la dieta no necesariamente compromete la capacidad de realizar el entrenamiento en un tiempo compatible con los requisitos del protocolo, lo que podría tener implicaciones importantes para la recomendación de ejercicio físico durante el embarazo en contextos de obesidad (Barakat et al., 2015; Oliveira et al., 2025).

En conjunto, los datos indican una distinción importante entre fuerza absoluta y relativa, además de destacar el papel de la obesidad en la modulación del rendimiento físico. Si bien la dieta obesogénica no impidió la realización de entrenamiento de resistencia de alta intensidad, sí alteró la carga relativa soportada en el período pregestacional e interfirió en los valores de trabajo gestacional, lo que refleja los efectos mecánicos del sobrepeso. El mantenimiento del rendimiento durante la gestación, incluso en ratas obesas, sugiere que el ejercicio físico puede ser viable y seguro, siempre que se controle adecuadamente. Estudios futuros deberían explorar con mayor profundidad los mecanismos metabólicos y hormonales implicados, así como los resultados maternos y fetales a largo plazo (Laker y Wlodek, 2013; Oliveira et al., 2025).

Además de los hallazgos descritos, es relevante considerar que la capacidad de mantener el rendimiento durante el entrenamiento resistido de alta intensidad, incluso en presencia de obesidad inducida por la dieta, puede estar relacionada con la plasticidad neuromuscular y la capacidad adaptativa del organismo ante estímulos repetitivos. Estudios con modelos animales han demostrado que, a pesar de las alteraciones metabólicas provocadas por una dieta hipercalórica, el tejido muscular puede responder positivamente al estímulo mecánico del entrenamiento, favoreciendo la preservación de la funcionalidad (Novak et al., 2019). Esto

se observa en el mantenimiento del rendimiento y de la progresión del entrenamiento, incluso cuando la carga relativa disminuye, como fue el caso del grupo DO-T durante el período pregestacional.

Otro punto que merece atención es la interacción entre el exceso de tejido adiposo y la distribución del peso corporal, que puede influir en la biomecánica del movimiento y, por consiguiente, en la ejecución del ejercicio. Es posible que el exceso de grasa corporal haya alterado el centro de gravedad de las ratas, lo que podría modificar los patrones de esfuerzo durante el ejercicio y generar una adaptación distinta en la musculatura involucrada. Sin embargo, la ausencia de diferencias en el tiempo de ejecución entre los grupos indica que dichas adaptaciones no fueron lo suficientemente significativas como para comprometer la eficacia motora del entrenamiento. Este dato es particularmente relevante para la aplicación de programas de ejercicio físico en mujeres embarazadas con sobrepeso u obesidad, ya que sugiere que, con la adecuada supervisión, es posible mantener un régimen de entrenamiento sin perjuicio de la capacidad funcional.

Además, la ausencia de diferencias en la carga bruta durante la gestación entre los grupos también puede ser interpretada a la luz de las adaptaciones hormonales características de este período. El embarazo induce cambios en la secreción de hormonas como el estrógeno y la progesterona, que no solo afectan el metabolismo, sino que también pueden influir en la fuerza muscular y en la percepción del esfuerzo (Lowe et al., 2010). Estos factores podrían haber nivelado el rendimiento entre los grupos, amortiguando los efectos negativos del exceso de grasa corporal.

No obstante, es necesario subrayar que el presente estudio se centró principalmente en variables físicas del entrenamiento, como la carga, el trabajo y el rendimiento, sin evaluar de forma detallada los parámetros bioquímicos o estructurales que podrían estar siendo modificados por la interacción entre dieta y ejercicio. Investigaciones previas han evidenciado que la obesidad materna está asociada a un aumento del estrés oxidativo, inflamación sistémica y disfunción placentaria (Laker & Wlodek, 2013), lo que podría tener consecuencias sobre el desarrollo fetal, independientemente del rendimiento físico observado. En este sentido, estudios

adicionales que contemplen análisis moleculares, histológicos y endocrinos serían fundamentales para comprender en profundidad los efectos benéficos y limitaciones del entrenamiento en este contexto.

Por último, cabe destacar la importancia de diferenciar entre el rendimiento observado en modelos animales y su extrapolación al contexto humano. Aunque los resultados obtenidos ofrecen indicios valiosos sobre los efectos de la dieta y el ejercicio durante la gestación, factores como la motivación, la percepción de esfuerzo, la adherencia al programa y la variabilidad individual son determinantes en mujeres embarazadas. Aun así, los datos aquí presentados respaldan la noción de que el ejercicio físico —incluso en condiciones de obesidad— puede ser una estrategia viable para mantener la capacidad funcional durante el embarazo, siempre que sea adaptado y orientado adecuadamente (Barakat et al., 2015; Sharkey y Gaskill, 2013).

6. CONCLUSIONES

Los datos demuestran que, en el período pregestacional, la dieta obesogénica no afectó la carga bruta máxima soportada por las ratas entrenadas, pero sí redujo significativamente la carga relativa, debido al aumento del peso corporal. Sin embargo, durante la gestación, ambos parámetros —carga bruta y carga relativa— se mantuvieron similares entre los grupos. En cuanto al trabajo y al rendimiento, no se observaron diferencias durante la fase pregestacional. No obstante, en la gestación, el grupo que consumió la dieta obesogénica presentó un mayor trabajo realizado, aunque mantuvo un rendimiento comparable al del grupo control. Estos hallazgos sugieren que el entrenamiento de resistencia de alta intensidad puede mitigar parcialmente los efectos negativos de una dieta obesogénica sobre la fuerza relativa y la eficiencia durante la gestación, aunque a costa de un mayor gasto energético. La notable capacidad de adaptación fisiológica observada refuerza la relevancia del ejercicio físico como una estrategia de intervención durante el embarazo, incluso en contextos de obesidad inducida por la dieta.

8. REFERENCIAS

- Barakat, R., Pelaez, M., Montejo, R., Refoyo, I., & Coteron, J. (2015). Exercise during pregnancy improves maternal health perception: A randomized controlled trial. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 213(4), 634.e1–634.e6.
- Hopkins, S. A., Baldi, J. C., Cutfield, W. S., McCowan, L. M. E., & Hofman, P. L. (2013). Exercise training in pregnancy reduces offspring size without changes in maternal insulin sensitivity. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 95(5), 2080–2088.
- Laker, R. C., & Wlodek, M. E. (2013). Exercise during pregnancy: Implications for fetal epigenetic programming of disease. *Reproduction*, 146(5), R151–R162.
- Lowe, M. R., Levine, A. S., & Bell, E. A. (2010). Obesity and the regulation of energy intake. *Pediatric Clinics of North America*, 58(6), 1367–1380.
- Novak, C. M., Burghardt, P. R., & Levine, J. A. (2019). The use of animal models in obesity research. *Current Protocols in Pharmacology*, 85(1), e57.
- Oliveira, A. R., Souza, K. S., Gomes, M. A., Ferreira, J. P., & Andrade, L. A. (2025). Impacto do treinamento resistido e da dieta obesogênica sobre a gestação de ratas Wistar: Aspectos funcionais e oxidativos. *Revista Brasileira de Ciência em Saúde*, 20(2), 55–66.
- Sharkey, B. J., & Gaskill, S. E. (2013). *Fitness and health* (7th ed.). Human Kinetics.
- Silva, V. O., Martins, L. M., & Rocha, A. S. (2021). High-intensity resistance training modulates functional parameters in diet-induced obese rats. *Physiology & Behavior*, 230, 113284.
- Tamashiro, K. L. K., Sakai, R. R., Shively, C. A., Karatsoreos, I. N., & Reagan, L. P. (2007). Chronic stress, metabolism, and metabolic syndrome. *Stress*, 10(2), 115–126.

SOMNOLENCIA DIURNA EXCESIVA, ALTERACIONES DEL CICLO MENSTRUAL Y SÍNTOMAS MENTALES EN JÓVENES DEPORTISTAS

ELIANE APARECIDA CASTRO

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Colatina - Brasil
LFE Research Group - España

NURIA ROMERO-PARRA

Universidad Rey Juan Carlos - España
LFE Research Group – España

1. INTRODUCCIÓN

El sueño es vital para el descanso del ser humano, el cual es esencial para el correcto mantenimiento de las funciones neurofisiológicas (Mendoza et al., 2017). Algunos estudios sugieren que la falta de sueño puede impactar negativamente la salud física y psicológica, con consecuencias en el ámbito social, el bienestar emocional y el rendimiento de las personas (Jiménez & Lechuga, 2019).

Dentro de los factores que afectan la calidad del sueño, las alteraciones relacionadas con el ciclo menstrual y los trastornos mentales en chicas deportistas han recibido un interés creciente en la literatura científica (Armento et al., 2021; Miyamoto & Shibuya, 2024).

El presente trabajo se orienta a discutir estas relaciones en chicas adolescente practicantes de voleibol, con el propósito de contribuir a las reflexiones científicas sobre esta población, siendo las adolescentes y jóvenes atletas, por sus demandas físicas y escolares, quienes están particularmente expuestas a problemas de sueño (Souza et al., 2020). Estudiar estas relaciones ayudará a diseñar intervenciones preventivas y mejorar la salud integral de las atletas adolescentes y jóvenes.

A continuación, se presentan algunas definiciones importantes y se contextualizan los diferentes conceptos en la población destacada.

1.1. SOMNOLENCIA DIURNA EXCESIVA EN ADOLESCENTES

La somnolencia diurna excesiva (SDE) es un marcador de sueño insuficiente o de mala calidad y se caracteriza por una necesidad subjetiva de dormir durante el día (Barbosa et al., 2020). La SDE puede indicar falta de descanso reparador y un estado crónico de estrés fisiológico (Nunes de Araújo et al., 2016).

Durante la adolescencia, se producen cambios significativos en el ciclo sueño-vigilia, caracterizados por un retraso en la fase del sueño debido a las obligaciones escolares y actividades sociales, lo que lleva a los jóvenes a dormir y despertarse más tarde (Barbosa et al., 2020). Esta tendencia, sumada a las obligaciones matutinas, favorece la aparición de la SDE. La presencia de la SDE puede provocar inúmeras alteraciones como, por ejemplo, cambios del estado de ánimo, bajo rendimiento escolar, aumento del estrés y afectaciones relacionadas al rechinar los dientes, apnea e insomnio (Meyer et al., 2017; Pereira et al., 2010).

La restricción crónica del sueño en niños y adolescentes aumenta el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y numerosas disfunciones metabólicas, incluyendo diabetes tipo 2 y obesidad, impactando directamente en la salud general de esta población (Owens et al., 2014). En especial, numerosas investigaciones han evidenciado una relación entre dormir menos horas y un rendimiento académico más bajo en la educación secundaria y universitaria, además de un incremento en las tasas de absentismo y retrasos en el horario, junto con una motivación reducida para el aprendizaje (Bugueño et al., 2017; Ledesma et al., 2023; Mutlu et al., 2024; Quevedo-Blasco & Quevedo-Blasco, 2011; Suardiaz-Muro et al., 2020; Zhang & He, 2025). Además, se ha visto que, adolescentes con niveles más elevados de SDE dedicaban más tiempo a las actividades sedentarias (Felden et al., 2016). Otras evidencias también sugieren que los patrones de alimentación influyen directamente en la calidad del sueño en adolescentes, con mayor adherencia a la dieta mediterránea asociada a menores problemas relacionados con el sueño, como la SDE (López-Gil et al., 2023).

Por último, la autopercepción de la salud y el control del estrés son factores adicionales importantes asociados a la SDE, sobre todo en mujeres jóvenes (Meyer et al., 2019). Las mujeres, por sus particularidades, especialmente en el contexto del ciclo menstrual, están muy sujetas a los trastornos del sueño, lo que impacta en gran medida su salud y el bienestar (Kloss et al., 2015).

1.2. ALTERACIONES DEL CICLO MENSTRUAL EN ADOLESCENTES DEPORTISTAS

Las alteraciones del ciclo menstrual, como la dismenorrea, afectan el bienestar y el rendimiento de las mujeres jóvenes deportistas (Rosa & Dos Santos, 2023). Específicamente, la relación entre la calidad del sueño y el ciclo menstrual en adolescentes deportistas ha recibido creciente atención científica (Miyamoto y Shibuya, 2024; Armento et al., 2021). Algunos estudios sugieren que la práctica intensa de actividades físicas, combinada a las disfunciones del sueño, puede impactar el ciclo menstrual de esas adolescentes (Calcaterra et al., 2024).

El mecanismo que se propone en la relación sueño y ciclo menstrual está basado en el hecho de que el sueño desarrolla un rol crucial en la regulación del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal (HPG) que, a su vez, es responsable por controlar la función reproductiva (Diz et al., 2013). El sueño inadecuado o su privación puede alterar hormonas reguladoras del ciclo menstrual, como la hormona luteinizante (LH) y la hormona foliculoestimulante (FSH) (Hirotzu et al., 2015). En adolescentes, en quienes el estrés físico es elevado, la privación del sueño puede potencializar esas disfunciones hormonales.

En jóvenes deportistas, la SDE puede indicar un estado crónico de estrés fisiológico, el cual activa el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (HPA), elevando los niveles de cortisol e inhibiendo el eje HPG. Esa inhibición puede ocasionar amenorrea (ausencia de menstruación) u oligomenorrea (periodos menstruales poco frecuentes) (Mastorakos & Pavlatov, 2004).

El sueño inadecuado es un factor que puede agravar la “triada de la mujer deportista” (Bartholomew et al., 2021), la cual se caracteriza por tres componentes interrelacionados: la baja disponibilidad energética (con o sin trastornos de la alimentación), la disfunción menstrual y la reducida densidad mineral ósea (osteoporosis) (Nazem & Ackerman, 2012).

Por lo tanto, las chicas que entrenan intensamente y duermen mal corren un mayor riesgo de desarrollar trastornos menstruales debido a la combinación de estrés metabólico y hormonal.

1.3. SÍNTOMAS MENTALES EN ADOLESCENTES

Estudios recientes sugieren que la SDE se asocia a un mayor deterioro cognitivo, académico y emocional y está fuertemente relacionado con el estrés, la ansiedad y la depresión en adolescentes (Villamil et al., 2018; Quevedo-Blasco & Quevedo-Blasco, 2011). Además, presentar un trastorno mental en esta etapa de la vida aumenta la probabilidad de desarrollar otro en el futuro (Patias et al., 2016).

Los adolescentes están más sujetos a trastornos del sueño, debido a las alteraciones hormonales producidos en esta etapa de la vida, especialmente el retraso del ritmo circadiano de la melatonina en el inicio de la pubertad (de la Calle et al., 2018). Asimismo, se producen cambios hacia una mayor nocturnidad en sus rutinas (Adan et al., 2012). Las constantes demandas académicas y la necesidad de mantener una vida social nocturna provocan un desequilibrio en la cantidad ideal de descanso.

Por otro lado, otras evidencias actuales mostraron que las mujeres poseían niveles significativamente más altos de neuroticismo, ansiedad, inflexibilidad psicológica y estrés percibido en comparación a los hombres (Benítez-Agudelo et al., 2025). Esas evidencias revelaron una paradoja, una vez que las mujeres mantuvieron un alto rendimiento académico a pesar de sus mayores niveles de estrés, probablemente debido a una mayor activación simpática en respuesta a la adaptación al estrés. De este modo, sería interesante proponer intervenciones adaptadas al género en los ámbitos académico y deportivo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la relación entre la SDE, las alteraciones del ciclo menstrual y los síntomas mentales en adolescentes deportistas practicantes de voleibol.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar la prevalencia de la SDE en la población estudiada;
- Identificar y comparar la cantidad de horas de sueño entre semana y en fines de semana;
- Examinar la proporción de chicas clasificadas con dismenorrea;
- Investigar la prevalencia de niveles elevados de estrés, ansiedad y depresión en la población estudiada.

3. METODOLOGÍA

3.1. MUESTREO Y ASPECTOS ÉTICOS

Participaron del estudio 15 adolescentes con edad entre 15 y 20 años ($17,3 \pm 1,4$ años). Las adolescentes practicaron voleibol al menos una vez a la semana durante el último año. Todas las participantes mayores de edad firmaron un consentimiento informado para participar en la investigación. En el caso de las participantes menores de edad, los padres / madres o tutores/as legales firmaron el consentimiento. Todos los procedimientos cumplieron con la Declaración de Helsinki y las directrices que guían la práctica ética de los estudios vía online.

3.2. INSTRUMENTOS

Los cuestionarios fueron administrados mediante un formulario de Google a través de dos grupos de WhatsApp de voleibol de jóvenes deportistas del Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil.

Para la evaluación de la SDE se utilizó la Escala de Somnolencia de *Epworth* traducida y validada al portugués de la *Epworth Sleepiness Scale* (Bertolazi et al., 2009). Esta escala evalúa la probabilidad de quedarse dormido en ocho situaciones relacionadas con actividades cotidianas y la puntuación global varía de 0 a 24. Puntuaciones superiores a 10 sugieren diagnóstico de SDE y fueron utilizadas como criterio para establecer la presencia de SDE. Además, se incluyeron preguntas sobre el número de horas de sueño que dormían un día promedio entre semana y un día promedio durante el fin de semana y el uso de móviles antes

de dormir. La duración del sueño inferior a 8 horas se consideró insuficiente, siguiendo recomendaciones para esta población (Souza et al., 2020).

Las alteraciones del CM se midieron con el cuestionario *Working ability, location, intensity, days of pain, dysmenorrhea* (WaLIDD), traducido al portugués. Las puntuaciones de este cuestionario se clasifican como: sin dismenorrea (iguales a 0), dismenorrea leve (entre 1 y 4), dismenorrea moderada (entre 5 y 7) y dismenorrea severa (entre 8 y 12).

Por último, para la valoración de los síntomas mentales se utilizó la *Depression, Anxiety, and Stress Scale* (DASS-21) adaptada a la población adolescente y validada al portugués. Las preguntas de la DASS-21 se puntúan mediante escalas tipo Likert de 4 puntos entre 0 (no me ha pasado esta semana) y 3 (me ha pasado la mayor parte del tiempo esta semana), donde a mayores puntuaciones mayor nivel para la variable en cuestión. Las clasificaciones para las variables de estrés, ansiedad y depresión se establecieron según Dias et al. (2023).

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó estadística descriptiva y se expresaron los datos como frecuencia o media y sus respectivas desviaciones estándar. Se comprobó la normalidad de los datos por la prueba de Shapiro-Wilk. Para la comparación de medias se utilizó la prueba T para muestras no relacionadas o el ANOVA de un factor según el caso. Las asociaciones se midieron a través de la correlación de Pearson y para la clasificación de las correlaciones se adoptó el criterio: $\geq 0,9$ (muy alta); $< 0,9 \geq 0,7$ (alta); $< 0,7 \geq 0,5$ (moderada), $< 0,5 \geq 0,3$ (baja) y $< 0,3$ (muy baja) (Candal Vicente, 2013). En todos los análisis, se mantuvo un nivel de confianza del 95% y un error de 0,05. Los datos se analizaron con el software SPSS para Windows versión 22.0.

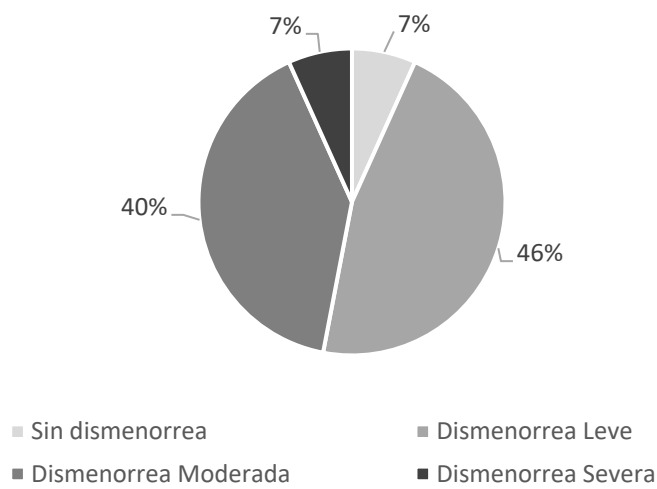
4. RESULTADOS

La prevalencia de SDE en las participantes del estudio fue de 53,3%. De media, las chicas dormían más horas en días de fin de semana, $8,5 \pm 2,1$ horas, en comparación a los días entre semana, $6,6 \pm 1,0$ horas

($p=0,02$). Un 80% de las chicas tenía un sueño apuntado como insuficiente ($<8\text{h/noche}$) entre semana, con este porcentaje bajando a 26,7% cuando un día de fin de semana era considerado. Un 87% de las chicas indicó hacer uso del móvil antes de dormir.

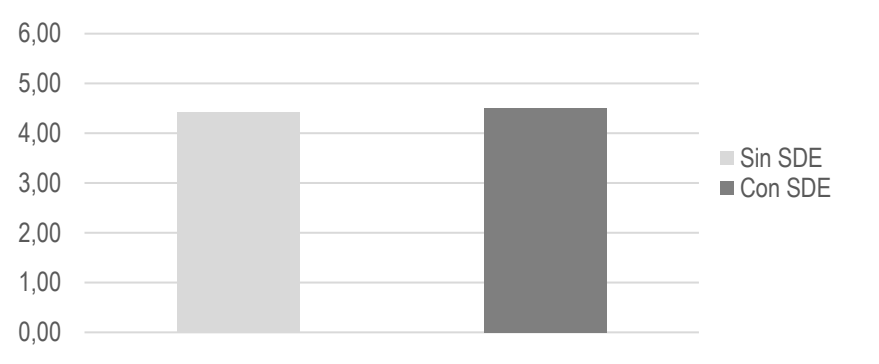
Los gráficos 1 y 2 muestran los datos con respecto a la presencia de dismenorrea. La mayor parte de las chicas presentaron grado leve o moderado de dismenorrea según la clasificación de los valores reportados por la encuesta WaLIDD (Gráfico 1). No hubo diferencia significativa entre los promedios observados de dismenorrea para las participantes clasificadas sin y con SDE ($4,4\pm1,3$ vs $4,5\pm2,4$, respectivamente, $p>0,05$) (Gráfico 2).

GRÁFICO 1. Prevalencia del grado de dismenorrea en las participantes del estudio.



Fuente: elaboración propia

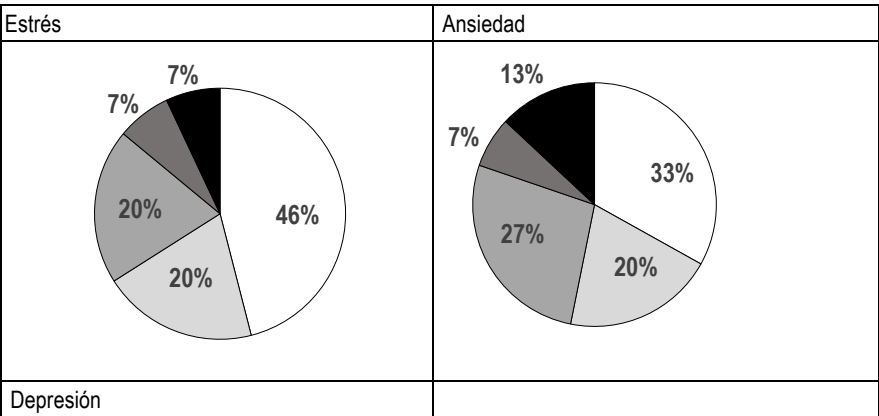
GRÁFICO 2. Resultados promedios de la encuesta WaLLID considerando la clasificación de la SDE en las participantes del estudio

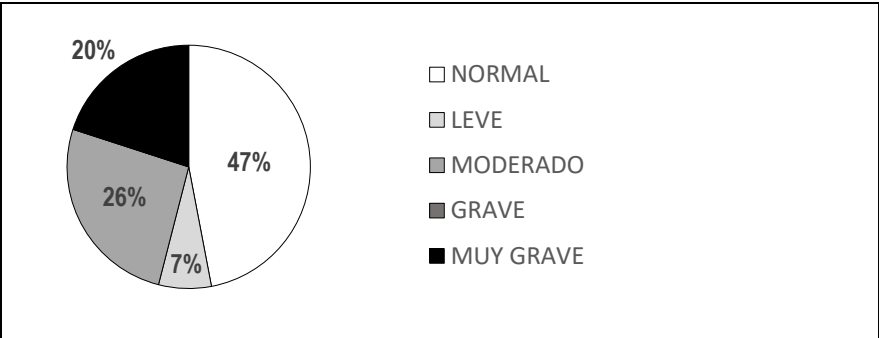


Fuente: elaboración propia

Los gráficos 3 y 4 se refieren a los resultados reportados por la escala de síntomas mentales DASS-21. La mayoría de las chicas están clasificadas en los grados normal, leve e moderado para los tres síntomas evaluados. Sin embargo, un 20% de las participantes se encuentran en el grado de muy grave para el grado de depresión (Gráfico 3). Aunque sin diferencias significativas ($p>0,05$), los valores de estrés y depresión eran más elevados para las chicas con SDE comparadas a las chicas sin SDE (diferencia +1,4 y +3,8, respectivamente) (Gráfico 4).

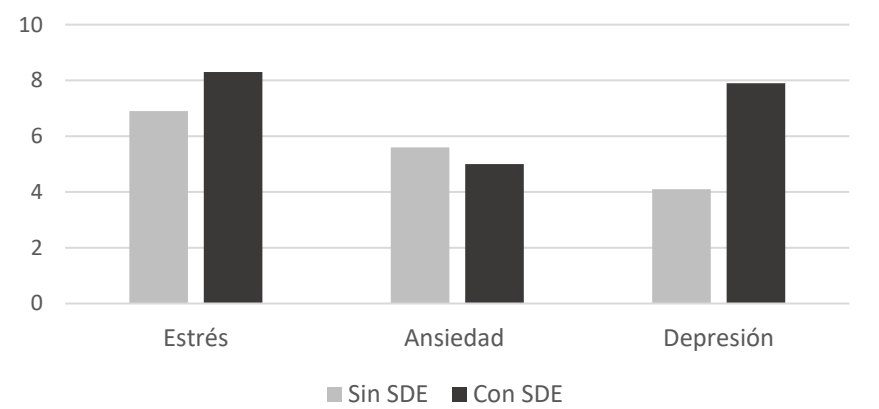
GRÁFICO 3. Clasificaciones para los grados de estrés, ansiedad y depresión en la población estudiada.





Fuente: elaboración propia

GRÁFICO 4. Resultados promedios para los síntomas de estrés, ansiedad y depresión considerando la clasificación de la SDE en las participantes del estudio.



Fuente: elaboración propia

En la Tabla 1 se exponen las correlaciones entre las variables de sueño, la dismenorrea y los síntomas mentales. Las horas de sueño dormidas en los días entre semanas estaban inversamente correlacionadas a las horas dormidas en fin de semana ($p=0,049$). Se observó una correlación moderada y positiva entre la SDE y el promedio en la encuesta WaLIDD ($p=0,022$), mostrando que a la medida en que se incrementaban los niveles de SDE también se producía un aumento de la intensidad de los síntomas de dismenorrea. Por otro lado, aumentos en la intensidad de los síntomas de depresión también estaban asociados

positiva y significativamente a incrementos en el estrés ($p=0,024$) y la ansiedad ($p=0,027$).

TABLA 1. *Correlaciones entre horas dormidas, SDE, dismenorrea y síntomas mentales en la población estudiada.*

	Sueño entre semana	Sueño fin de semana	SDE	Dismenorrea	Estrés	Ansiedad	Depresión
Sueño entre semana	—	-0,516*	0,228	0,108	-0,420	-0,269	-0,266
Sueño fin de semana		—	-0,105	-0,094	-0,022	-0,112	-0,006
SDE			—	0,085	0,370	0,143	0,583*
Dismenorrea				—	-0,017	0,175	0,015
Estrés					—	0,487	0,578*
Ansiedad						—	0,569*
Depresión							—

Nota: SDE: somnolencia diurna excesiva; * $p<0,05$.

Fuente: elaboración propia

5. DISCUSIÓN

Los hallazgos del presente estudio revelan una alta prevalencia de somnolencia diurna excesiva (SDE) en adolescentes deportistas practicantes de voleibol (53,3%), lo cual representa una preocupación relevante tanto para el ámbito educativo como para el deportivo. En el caso de jóvenes que practican deportes competitivos, el riesgo de sufrir una disfunción del sueño parece acrecentarse, debido a la sobrecarga de demandas físicas y cognitivas que caracterizan sus rutinas cotidianas. La prevalencia de SDE encontrada en el presente estudio está en consonancia con investigaciones anteriores que han mostrado que la SDE afecta aproximadamente al 20-60% de los adolescentes (Gradisar et al., 2004), dependiendo de las influencias biológicas, psicológicas y socioculturales (Carskadon, 2011). Asimismo, la prevalencia observada coincide con los datos de otro estudio en población adolescente brasileña, donde los autores encontraron una prevalencia de 64,3% para las

chicas, porcentaje significativamente más elevado comparado a la prevalencia en chicos (35,7%, $p < 0,001$).

Uno de los factores principales que puede explicar esta alta prevalencia de SDE en la población estudiada es la insuficiencia en la duración del sueño durante los días escolares, observada en el 80% de las participantes. Este dato está de acuerdo con la extensa literatura que indica que la mayoría de los adolescentes no alcanza las 8 a 10 horas de sueño recomendadas para su grupo etario, especialmente durante la semana (Delgado et al., 2011; Hernández Borge et al., 2015; Liu et al., 2016; Souza et al., 2020). La diferencia significativa en el número de horas dormidas entre semana (6,6 horas) y en fines de semana (8,5 horas) sugiere la presencia del fenómeno conocido como "jet lag social" (Carciofo & Cheung, 2025), un desajuste crónico entre los ritmos circadianos biológicos y los horarios sociales impuestos, que afecta negativamente la calidad del sueño, el rendimiento cognitivo y el estado emocional. Además, esta diferencia indica que las deportistas intentaban compensar el déficit de la semana en los días de mayor descanso, un intento que puede llevar a mayor desequilibrio y disfunciones.

Asimismo, esta variación entre la cantidad de horas dormidas entre semana y días de fin de semana también puede producir efectos negativos sobre el sistema endocrino, incluyendo el eje hipotálamo-hipófisis-ovario, lo cual puede repercutir en alteraciones del ciclo menstrual (Baker & Driver, 2007). Aunque los resultados del presente estudio no mostraron diferencias significativas en los puntajes de dismenorrea entre chicas con y sin SDE, la existencia de los trastornos del sueño podría amplificar la percepción del dolor, posiblemente a través de mecanismos neurobiológicos comunes que modulan la sensibilidad al dolor (Finan et al., 2013). Además, investigaciones han evidenciado que la privación crónica del sueño está asociada con mayor incidencia y severidad de dismenorrea (Araújo, 2024), sobre todo si el sueño insuficiente se combina con altos niveles de estrés psicológico. Otra investigación realizada por Liu et al. (2017) con adolescentes chinas demostró que aquellas con patrones de sueño irregulares presentaban más probabilidades de sufrir disfunciones menstruales.

El uso del teléfono móvil antes de dormir, reportado por el 87% de las participantes, emerge como otro factor clave en este panorama. La exposición a la luz azul emitida por las pantallas de los dispositivos electrónicos inhibe la secreción de melatonina, hormona esencial para el inicio del sueño, retrasando la fase de sueño y fragmentando su arquitectura (Souza et al., 2020). Carter et al. (2016) mostraron en una revisión sistemática que el uso de dispositivos electrónicos en la noche se asocia consistentemente con menos horas de sueño, peor calidad del sueño y mayor somnolencia durante el día. La elevada prevalencia de este hábito en el presente estudio sugiere que podría ser uno de los principales contribuyentes al déficit de sueño observado y, por ende, a la presencia de la SDE.

Desde una perspectiva biopsicosocial, es importante considerar cómo los hábitos de sueño, las condiciones hormonales y el bienestar mental interactúan de forma bidireccional. Los resultados obtenidos en la escala DASS-21 muestran que, aunque la mayoría de las adolescentes se encuentran en los niveles normal a moderado de estrés, ansiedad y depresión, un preocupante 20% presentó niveles muy graves de depresión. Este hallazgo es particularmente significativo considerando que la adolescencia es una etapa crítica del neurodesarrollo, y la exposición a estresores crónicos (como el bajo sueño, las exigencias académicas y deportivas) puede incrementar el riesgo de trastornos psicológicos mayores en la adultez.

En este contexto, aunque no se hayan encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los niveles medios de síntomas mentales en chicas con y sin SDE, sí se observó una tendencia a mayor estrés (+1,4 puntos) y depresión (+3,8 puntos) en el grupo con SDE. Esta tendencia refuerza la evidencia existente sobre la relación entre trastornos del sueño y sintomatología emocional. En un metaanálisis de Lovato y Gradisar (2014), se identificó que los problemas de sueño predicen significativamente el desarrollo posterior de depresión y ansiedad en adolescentes, incluso después de controlar variables como el estrés familiar o los antecedentes clínicos. La tendencia a la actividad vespertina está asociada a índices de malestar, como el estrés (Roeser et al., 2012), la

ansiedad (Cox y Olatunji, 2019), el estado de ánimo negativo (Díaz-Morales et al., 2015) y la depresión (Kivelä et al., 2018).

Además, los resultados del análisis correlacional mostraron asociaciones positivas y significativas entre los síntomas de depresión, estrés y ansiedad, resaltando la comorbilidad entre estos estados emocionales en adolescentes. La activación sostenida del eje hipotalámico-pituitario-adrenal ante el estrés crónico puede contribuir tanto al deterioro del sueño como al desarrollo de sintomatología depresiva y ansiosa (McEwen, 2006). Así, la presencia simultánea de SDE, dismenorrea y síntomas mentales podría ser la manifestación periférica de un desequilibrio sistémico mayor.

En términos metodológicos, si bien el tamaño muestral del estudio es reducido ($n=15$), lo cual limita la generalización de los hallazgos, los resultados proporcionan indicios relevantes que pueden orientar futuras investigaciones con muestras más amplias y análisis longitudinales. Asimismo, el uso de instrumentos validados como la Escala de Somnolencia de Epworth, la encuesta WaLIDD y la DASS-21 fortalece la confiabilidad de las mediciones realizadas.

Desde una perspectiva aplicada, los hallazgos del presente estudio subrayan la necesidad de diseñar e implementar estrategias de intervención multicomponente para mejorar la salud integral de adolescentes deportistas. Estas estrategias podrían incluir programas de educación sobre higiene del sueño, campañas de sensibilización sobre el uso nocturno de dispositivos móviles, ajustes en las cargas de entrenamiento y mecanismos de apoyo psicológico regular. En estudios previos, intervenciones escolares orientadas al sueño han demostrado ser eficaces en mejorar los hábitos de descanso, reducir la somnolencia diurna y mejorar el estado de ánimo en adolescentes (Blunden et al., 2012).

Asimismo, en el ámbito deportivo, los entrenadores y equipos técnicos deben recibir formación específica sobre la importancia del sueño como herramienta para la recuperación física y mental. En un estudio realizado por Milewski et al. (2014), los autores observaron que los atletas adolescentes que dormían menos de 8 horas al día tenían más probabilidades de sufrir una lesión en comparación con aquellos que declaraban dormir más de 8 horas al día. Una visión integral del rendimiento deportivo no

solo debería centrarse en aspectos físicos o técnicos, sino también en variables psicosociales y biológicas que interactúan constantemente para configurar el desempeño y bienestar del atleta (Coutss et al., 2018).

En síntesis, este estudio aporta evidencia preliminar sobre la asociación entre la SDE, las alteraciones del ciclo menstrual y la salud mental en adolescentes deportistas. La SDE no puede ser entendida como un fenómeno aislado, sino como el resultado de un entramado de factores fisiológicos, conductuales y contextuales. En este sentido, abordar la SDE desde una perspectiva multidisciplinaria puede contribuir no solo a mejorar el bienestar de las adolescentes, sino también a potenciar su rendimiento académico y deportivo.

Es imperativo fomentar más investigaciones que profundicen en las causas, consecuencias y posibles intervenciones relacionadas con estos fenómenos, preferentemente con diseños longitudinales que permitan establecer relaciones causales. Además, se sugiere incluir variables relacionadas con la calidad del sueño, la cronotipia, la alimentación, la carga de entrenamiento, y el apoyo familiar/social, para comprender mejor el contexto en el cual se inscriben estas problemáticas.

Finalmente, la presente discusión pone de relieve la importancia de integrar la promoción de la salud del sueño dentro de las políticas públicas escolares y deportivas dirigidas a adolescentes. Reconocer el sueño como un pilar fundamental de la salud permitirá avanzar hacia una comprensión más holística del desarrollo juvenil, más allá de los tradicionales indicadores de rendimiento o productividad.

6. CONCLUSIONES

Nuestros resultados sugieren una posible relación entre la SDE y las alteraciones del ciclo menstrual en jugadoras adolescentes de voleibol. Considerando que la prevalencia de dismenorrea observada era considerablemente elevada, es importante crear estrategias para la mitigación de las alteraciones del ciclo menstrual experimentadas por las deportistas. De este modo, un adecuado control del sueño podría contribuir a conseguir mejoras de los síntomas presentes en el periodo menstrual, impactando en la salud y bienestar de deportistas jóvenes.

Además, en los resultados del presente estudio se ha observado una asociación entre la SDE y los síntomas de depresión, indicando otra relevante vertiente al tratarse el sueño de forma apropiada. Mayores niveles de depresión también se asociaban a grados más elevados de estrés y ansiedad, remarcando la importancia de un trabajo coordinado a todos los aspectos de la salud mental.

Sin embargo, debido al pequeño tamaño de la muestra, deberían realizarse más estudios para aportar mejores evidencias sobre estas relaciones en la población estudiada.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Agradecemos a las deportistas de voleibol del *Instituto Federal do Espírito Santo* y del proyecto *Centro de Treinamento de Voleibol Amador* (CTVA) que amablemente aceptaron participar en este estudio.

8. REFERENCIAS

- Adan, A., Archer, S. N., Hidalgo, M. P., Di Milia, L., Natale, V., & Randler, C. (2012). Circadian typology: A comprehensive review. *Chronobiology International*, 29, 1153–1175.
- Araújo, A. P. C. (2024). Dismenorrea em adolescentes e associação com hábitos de vida, sintomas depressivos e qualidade de vida (Tesis Doctoral, Universidade Estadual de Campinas – Brasil).
- Armento, A., VanBaak, K., Seehusen, C. N., Sweeney, E. A., Wilson, J. C., & Howell, D. R. (2021). Presence and perceptions of menstrual dysfunction and associated quality of life measures among high school female athletes. *Journal of Athletic Training*, 56(10), 1094-1099.
- Baker, F. C., & Driver, H. S. (2007). Circadian rhythms, sleep, and the menstrual cycle. *Sleep medicine*, 8(6), 613-622.
- Barbosa, S. M. M. L., Batista, R. F. L., Rodrigues, L. D. S., Bragança, M. L. B. M., Oliveira, B. R. D., Simões, V. M. F.,... & Silva, A. A. M. D. (2020). Prevalência de sonolência diurna excessiva e fatores associados em adolescentes da coorte RPS, em São Luís (MA). *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 23, e200071.
- Bartholomew, J., Gilligan, C., & Spence, A. (2021). Contemporary variables that impact sleep and development in female adolescent swimmers and gymnasts. *Sports Medicine-Open*, 7(1), 57.

- Benítez-Agudelo, J. C., Restrepo-Cervantes, D., & Clemente-Suárez, V. J. (2025). Gender Differences in Psychophysiological Responses to Stress and Academic Performance: The Role of Sleep, Anxiety, and Heart Rate Variability. *Physiology & Behavior*, 114970.
- Blunden, S. L., Chapman, J., & Rigney, G. A. (2012). Are sleep education programs successful? The case for improved and consistent research efforts. *Sleep medicine reviews*, 16(4), 355-370.
- Bugueño, M., Curihual, C., Olivares, P., Wallace, J., López-Alegría, F., Rivera-López, G., & Oyanedel, J. C. (2017). Calidad de sueño y rendimiento académico en alumnos de educación secundaria. *Revista Médica de Chile*, 145(9), 1106-1114.
- Calcaterra, V., Vandoni, M., Bianchi, A., Pirazzi, A., Tiranini, L., Baldassarre, P.,... & Zuccotti, G. (2024). Menstrual Dysfunction in Adolescent Female Athletes. *Sports*, 12(9), 245.
- Candal Vicente, I. (2013). Modelo de éxito de um data warehouse. *Revista Tecnura*, 17(35), 116–125.
- Carciofo, R., & Cheung, R. Y. (2025). Eveningness and Procrastination: An Exploration of Relationships with Mind Wandering, Sleep Quality, Self-Control, and Depression. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 15(5), 79.
- Carskadon, M. A. (2011). Sleep in adolescents: the perfect storm. *Pediatric Clinics*, 58(3), 637-647.
- Carter, B., Rees, P., Hale, L., Bhattacharjee, D., & Paradkar, M. S. (2016). Association between portable screen-based media device access or use and sleep outcomes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA pediatrics*, 170(12), 1202-1208.
- Coutts, A. J., Crowcroft, S., Kempton, T., & Kellmann, M. (2018). Sport, Recovery and Performance: Interdisciplinary Insights.
- Cox, R. C., & Olatunji, B. O. (2019). Differential associations between chronotype, anxiety, and negative affect: A structural equation modeling approach. *Journal of Affective Disorders*, 257, 321–330.
- de la Calle, T., Monfort, L., Hidalgo, M. I., Maiques, E., Mínguez, R., Luch, A.,... & Pla, M. (2018). Los trastornos del sueño en la infancia: importancia de su diagnóstico y tratamiento en atención primaria. *Pediatría Integral*, 22(8), 355-356.
- Delgado, A. O., Flores, M. C. R., Vega, M. Á. P., & Suárez, L. A. (2011). Rutinas de sueño y ajuste adolescente. *Behavioral Psychology= Psicología Conductual*, 19(3), 541.

- Dias, R. F. N. D. C. (2023). Qualidade de sono e sintomas de depressão, ansiedade e estresse em estudantes do internato médico [Trabajo fin de máster, Universidade Federal do Rio Grande do Norte -Brasil].
- Díaz-Morales, J. F., Ferrari, J. R., & Cohen, J. R. (2008). Indecision and avoidant procrastination: The role of morningness-eveningness and time perspective in chronic delay lifestyles. *The Journal of General Psychology*, 135(3), 228–240.
- Finan, P. H., Goodin, B. R., & Smith, M. T. (2013). The association of sleep and pain: an update and a path forward. *The journal of pain*, 14(12), 1539-1552.
- Hernández Borge, J., García González, M. E., García García, M. C., Antona Rodríguez, M. J., Sanz Cabrera, A., & Cordero Montero, P. (2015). Hábitos y trastornos del sueño en adolescentes. *Rev. esp. patol. torac*, 220-230.
- Jiménez, B., & Lechuga, Y. A. (2019). La importancia del sueño en la vida cotidiana. *Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería*, (112), 61-68.
- Kivelä, L., Papadopoulos, M. R., & Antypa, N. (2018). Chronotype and psychiatric disorders. *Current Sleep Medicine Reports*, 4(2), 94–103.
- Kloss, J. D., Perlis, M. L., Zamzow, J. A., Culnan, E. J., & Gracia, C. R. (2015). Sleep, sleep disturbance, and fertility in women. *Sleep medicine reviews*, 22, 78-87.
- Ledesma, E. F. R., Báez, L. C., & García, J. J. G. (2023). Sueño y rendimiento académico: Una relación importante. *Revista Boletín Redipe*, 12(3), 125-133.
- Liu, X., Chen, H., Liu, Z. Z., Fan, F., & Jia, C. X. (2017). Early menarche and menstrual problems are associated with sleep disturbance in a large sample of Chinese adolescent girls. *Sleep*, 40(9), zsx107.
- Liu, Y. (2016). Prevalence of healthy sleep duration among adults—United States, 2014. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*, 65.
- López-Gil, J. F., Smith, L., Victoria-Montesinos, D., Gutiérrez-Espinoza, H., Tárraga-López, P. J., & Mesas, A. E. (2023). Mediterranean dietary patterns related to sleep duration and sleep-related problems among adolescents: the EHDLA study. *Nutrients*, 15(3), 665.
- Lovato, N., & Gradisar, M. (2014). A meta-analysis and model of the relationship between sleep and depression in adolescents: Recommendations for prevention and intervention. *Sleep Health*, 1(1), 28–36.
- Mastorakos, G., & Pavlatov, M. (2004). Exercise and the stress system. *Folia Clinica En Obstetricia y Ginecologia*, (46), 6.
- McEwen, B. S. (2006). Sleep deprivation as a neurobiologic and physiologic stressor: Allostasis and allostatic load. *Metabolism*, 55, S20–S23.

- Mendoza, L. Á. A., Caballero, S., Ormea, V., Salazar, G., Loayza, L., & Jauregui, A. M. M. (2017). La importancia del sueño en el aprendizaje: visos desde la perspectiva de la neurociencia. *Avances en psicología*, 25(2), 129-137.
- Meyer, C., Ferrari Junior, G. J., Andrade, R. D., Barbosa, D. G., da Silva, R. C., Pelegrini, A., & Gomes Felden, E. P. (2019). Factors associated with excessive daytime sleepiness among Brazilian adolescents. *Chronobiology International*, 36(9), 1240-1248.
- Meyer, C., Ferrari, G. J., Barbosa, D. G., Andrade, R. D., Pelegrini, A., & Felden, É. P. G. (2017). Análise da sonolência diurna em adolescentes por meio da pediatric daytime sleepiness scale: revisão sistemática. *Revista Paulista de Pediatria*, 35(3), 351-360.
- Milewski, M. D., Skaggs, D. L., Bishop, G. A., Pace, J. L., Ibrahim, D. A., Wren, T. A., & Barzdukas, A. (2014). Chronic lack of sleep is associated with increased sports injuries in adolescent athletes. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 34(2), 129-133.
- Miyamoto, M., & Shibuya, K. (2024). Sleep duration has a limited impact on the prevalence of menstrual irregularities in athletes: a cross-sectional study. *PeerJ*, 12, e16976.
- Mutlu, S. N., Pasin, Ö., & Konar, N. M. (2024). The Effect of Nutrition, Physical Activity, and Sleep Pattern on Success in Medical Students. *Medical Science Educator*, 1-12.
- Nazem, T. G., & Ackerman, K. E. (2012). The female athlete triad. *Sports health*, 4(4), 302-311.
- Nunes de Araújo, M. A., Pereira Fabi, F. W., Bortolon, R., Lunardi Filho, W. D., Ilha, S., & Martins Alvarenga, M. R. (2016). Padrão do sono em estudantes de enfermagem de Universidade Pública Estadual. *Revista Cubana de Enfermería*, 32(2), 162-170.
- Pereira, É. F., Teixeira, C. S., & Louzada, F. M. (2010). Sonolência diurna excessiva em adolescentes: prevalência e fatores associados. *Revista Paulista de Pediatria*, 28, 98-103.
- Quevedo-Blasco, V. J., & Quevedo-Blasco, R. (2011). Influencia del grado de somnolencia, cantidad y calidad de sueño sobre el rendimiento académico en adolescentes. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 11(1), 49-65.
- Roeser, K., Meule, A., Schwerdtle, B., Kübler, A., & Schlarb, A. A. (2012). Subjective sleep quality exclusively mediates the relationship between morningness-eveningness preference and self-perceived stress response. *Chronobiology International*, 29(7), 955-960.
- Souza, E. A. D., Pinto, J. C. B. D. L., & Alves, F. R. (2020). Uso do celular antes de dormir: um fator com maior risco para sonolência excessiva em adolescentes de escolas militares. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*, 69, 111-116.

- Suardiaz-Muro, M., Morante-Ruiz, M., Ortega-Moreno, M., Ruiz, M. A., Martín-Plasencia, P., & Vela-Bueno, A. (2020). Sueño y rendimiento académico en estudiantes universitarios: revisión sistemática. *Revista de Neurología*, 71(02), 43-53.
- Zhang, N., & He, X. (2025). Exploring students' study time, sleep duration, and perceptions of course difficulty on final examination results: A cross-sectional study. *Journal of Chiropractic Education*, 39, eJCE-24.

SECCIÓN III.

ACTIVIDAD FÍSICA EN LA TERCERA EDAD

ORTESIS Y MARCHA EN FRACTURAS DE FÉMUR NO CONSOLIDADAS: ESTUDIO DE UN CASO CON FIJACIÓN FALLIDA

CARLOS DIAZ NOVO

Universidad Tecnológica del Uruguay, carrera de Ingeniería Biomédica

TOMY SUÁREZ ROMERO

Universidad Tecnológica del Uruguay, carrera de Ingeniería Biomédica

1. INTRODUCCIÓN

Las fracturas de miembros inferiores son altamente prevalentes en adultos mayores como consecuencia de caídas, y representan una causa importante de pérdida de independencia, movilidad y calidad de vida. Entre estas, las fracturas de fémur destacan por su alta incidencia, representando un 73,4% en personas mayores de 60 años (Lovato-Salas et al., 2015; Sivakumar, Rickman, & Thewlis, 2023). Esta situación se agrava considerando que un historial previo de fractura incrementa significativamente el riesgo de sufrir nuevas fracturas (Kanis et al., 2023; Bizzoca et al., 2020).

1.1. IMPORTANCIA CLÍNICA DE LAS FRACTURAS DISTALES DE FÉMUR

Las fracturas distales del fémur son de gran relevancia clínica, tanto por su incidencia como por las complicaciones asociadas. Su etiología varía según la edad del paciente: en adultos jóvenes se deben comúnmente a traumatismos de alta energía (como accidentes de tránsito), mientras que en adultos mayores suelen derivar de caídas de baja energía (Paiva et al., 2022; Elsoe, Ceccotti, & Larsen, 2018). Estas fracturas tienen tasas particularmente altas de complicaciones, como retardo en la consolidación ósea y necesidad de reintervenciones quirúrgicas, siendo la falla de fijación la causa más frecuente (Koso et al., 2018).

1.2. ABORDAJE TERAPÉUTICO Y EVOLUCIÓN FUNCIONAL

El tratamiento quirúrgico es el abordaje más común para estas fracturas, mediante el uso de fijaciones internas que permiten una movilización temprana, mayor estabilidad, mejor recuperación funcional y menores complicaciones (Neumann-Langen et al., 2023; Howard et al., 2024; Von Rehlingen-Prinz et al., 2023).

1.2.1. Consolidación ósea y desafíos postoperatorios

Uno de los problemas más importantes tras el tratamiento quirúrgico es la consolidación inadecuada. Se estima que cerca del 10% de los pacientes experimentan retardo o ausencia de consolidación, debido a factores mecánicos, biológicos o genéticos (Sánchez & Salerni, 2015). Este problema es más frecuente en adultos mayores, donde la formación del callo óseo es más lenta, especialmente si luego de 6–8 semanas no se evidencian signos radiográficos claros de curación (Sánchez & Salerni, 2015; Clark et al., 2017).

1.2.2.1. Monitoreo de la evolución: análisis de la marcha y ayudas ortopédicas

Ante la necesidad de métodos no invasivos para monitorear la evolución de la fractura, el análisis de la marcha ha demostrado ser una herramienta útil para evaluar la recuperación funcional. Estudios muestran que, a los seis meses, los pacientes con fracturas estables presentan patrones de marcha más similares a los de individuos sanos, en contraste con los pacientes con fracturas inestables (Bizzoca et al., 2020; Warmerdam et al., 2023).

Para facilitar la recuperación y estabilización del paciente, se emplean ayudas técnicas como bastones, muletas, sillas de ruedas y ortesis.

Las ortesis han ganado relevancia como dispositivos que mejoran la estabilidad y la marcha, y permiten retomar la movilidad funcional. Entre ellas, destacan las ortesis de tipo HKAFO y KO, que utilizan mecanismos como el eje posterior bilateral y han demostrado eficacia en adultos mayores con déficits motores (Iolascon et al., 2021; Vargas, 2017; Barrera Sánchez et al., 2022; Budarick et al., 2021).

2. OBJETIVO

El presente capítulo tiene como objetivo evaluar la combinación más eficaz de ayudas técnicas y dispositivos ortopédicos para optimizar la marcha en un paciente con fractura distal de fémur izquierdo no consolidada, asociada a una ruptura de fijación extramedular, mediante el análisis funcional del patrón de marcha.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el patrón de marcha del paciente mediante herramientas biomecánicas, con el fin de identificar alteraciones funcionales derivadas de la fractura no consolidada y la falla de fijación.
- Evaluar el impacto biomecánico y funcional de diferentes ayudas técnicas (como bastones, muletas u ortesis) sobre la estabilidad y el desplazamiento del paciente
- Comparar la eficacia de distintas combinaciones de dispositivos ortopédicos y ayudas técnicas en la mejora de la marcha, con base en criterios clínicos y funcionales.

3. METODOLOGÍA

3.1. CASO DE ESTUDIO

El caso clínico analizado corresponde a un paciente de sexo masculino, de 72 años de edad, con diagnóstico de fractura diafisaria transversa no consolidada en el tercio medio del fémur izquierdo. La lesión, de origen traumático, se produjo hace seis años como consecuencia de un accidente de tránsito. El sujeto cursa con falla en la fijación extramedular previamente implementada, (véase en la Figura 1).

Al momento de la evaluación, la fractura presenta signos radiográficos de pseudoartrosis, con la formación de un callo óseo de morfología característica en “silla”, indicativo de un intento fallido de consolidación. Esta condición ha derivado en la aparición de una articulación falsa, comprometiendo la estabilidad estructural del segmento femoral y

afectando de forma significativa la funcionalidad del miembro inferior comprometido.

Como consecuencia de esta pseudoartrosis, el paciente presenta imposibilidad funcional para deambular sin asistencia ortésica. Las medidas antropométricas son: talla de 1,69 metros y peso corporal de 85 kilogramos.

FIGURA 1. Radiografía del fémur izquierdo del paciente



3.2. DISPOSITIVOS ORTOPÉDICOS Y AYUDAS TÉCNICAS EVALUADAS

El paciente emplea habitualmente un conjunto de ayudas técnicas para realizar sus actividades diarias, incluyendo:

- Una ortesis HKO (hip-knee orthosis, por sus siglas en ingles), que estabiliza cadera y rodilla.
- Una ortesis KAFO (*knee-ankle-foot orthosis*, por sus siglas en ingles), que estabiliza rodilla, tobillo y pie.

- Un bastón con un solo punto de apoyo (1C).
- Un bastón con tres puntos de apoyo (3C).

Para evaluar los efectos biomecánicos y funcionales de estos dispositivos sobre la marcha del paciente, se diseñó un protocolo de prueba con seis combinaciones distintas:

- HKO + bastón 1C
- HKO + bastón 3C
- HKO sin bastón (N/C)
- KAFO + bastón 1C
- KAFO + bastón 3C
- KAFO sin bastón (N/C)

3.3. ENTORNO Y EQUIPAMIENTO DEL ESTUDIO

El protocolo experimental se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis del Movimiento Humano de la Universidad Tecnológica (*UTEC*), en el marco de la carrera de Ingeniería Biomédica. Este laboratorio está especializado en estudios biomecánicos de la marcha humana y cuenta con:

- Un sistema de cámaras infrarrojas para captura de movimiento.
- Un acelerómetro para registrar la dinámica del cuerpo durante la marcha.
- Procesamiento manual de los datos mediante herramientas estadísticas específicas.

3.3 ASPECTOS ÉTICOS Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

Previo al inicio del estudio, se brindó al paciente una explicación detallada sobre los objetivos, procedimientos, riesgos y beneficios de su participación. Asimismo, se le entregó un formulario de consentimiento informado, que fue debidamente leído y firmado por el participante, en conformidad con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial.

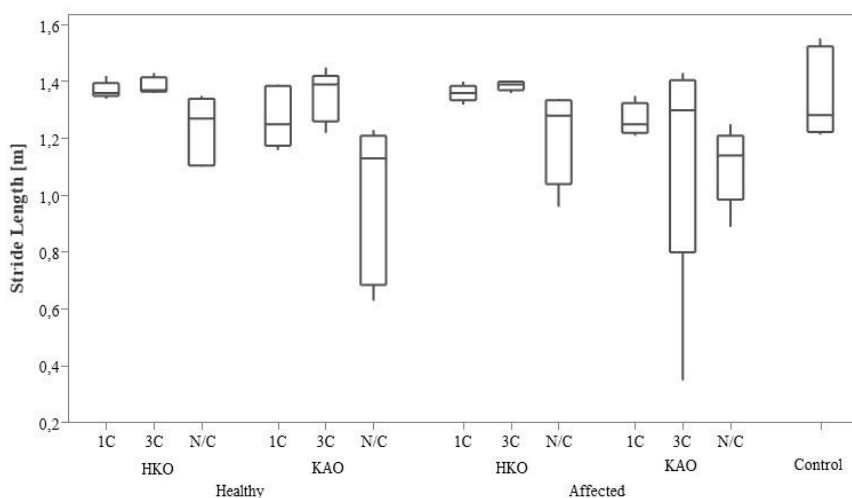
4. RESULTADOS

4.1 Parámetros espacio-temporales obtenidos con el empleo de órtesis HKO y KAFO

4.1.1 Longitud de zancada con el empleo de órtesis HKO y KAFO

Se muestra la comparación de la longitud de zancada (*stride length, por su traducción en inglés*) en metros obtenida para el paciente, considerando el miembro sano y el afectado, en contraste con los resultados del grupo control (véase en la Figura 2).

FIGURA 2. Longitud de zancada en metros.



Extremidad sana

En todas las combinaciones evaluadas, el miembro sano del paciente mantuvo una longitud de zancada cercana al valor del grupo control (~1,4 m). Las combinaciones con ortesis HKO presentaron una longitud levemente superior y menor variabilidad en comparación con las combinaciones con KAFO. Incluso sin el uso de bastones (N/C), la zancada del miembro sano se mantuvo dentro de rangos funcionales aceptables, evidenciando una compensación efectiva.

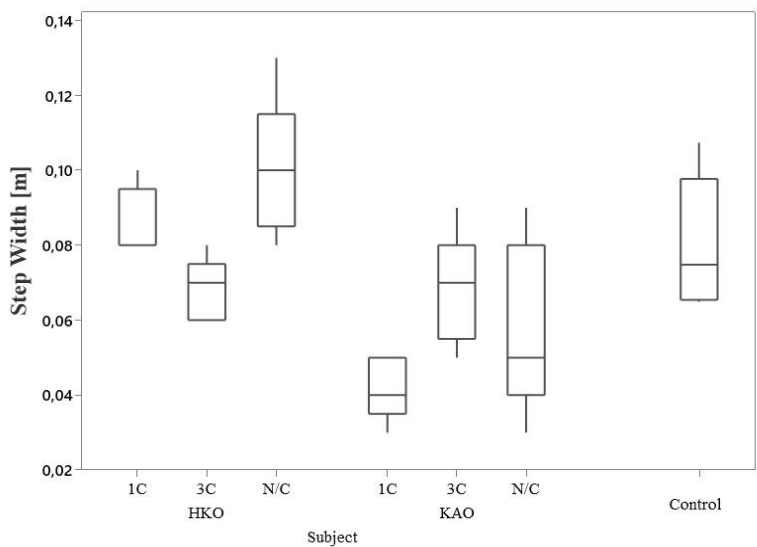
Extremidad con la fractura

En contraste, el miembro afectado mostró una longitud de zancada reducida en todas las combinaciones. La combinación KAFO sin bastón (N/C) fue la menos favorable, con una longitud media inferior a 0,8 m y alta dispersión, lo que sugiere inestabilidad y bajo rendimiento funcional. En cambio, el uso de bastones (1C o 3C) mejoró significativamente los valores, destacando la combinación HKO+3C, con una zancada cercana a 1,2 m y baja variabilidad, lo cual indica mayor estabilidad durante la marcha. Aunque ninguna combinación igualó al grupo control (media >1,4 m), HKO+3C se acercó más, posicionándose como la opción más eficaz para optimizar la marcha del paciente.

4.1.2 Análisis del ancho del paso

Se visualiza la anchura del paso (*step width*, por su traducción en inglés) en metros bajo distintas combinaciones de órtesis y ayudas técnicas, comparadas con el grupo control. Este parámetro refleja la estabilidad lateral durante la marcha, donde valores altos pueden representar estrategias compensatorias, y valores bajos pueden comprometer el equilibrio (véase en la Figura 3).

FIGURA 3. Ancho del paso



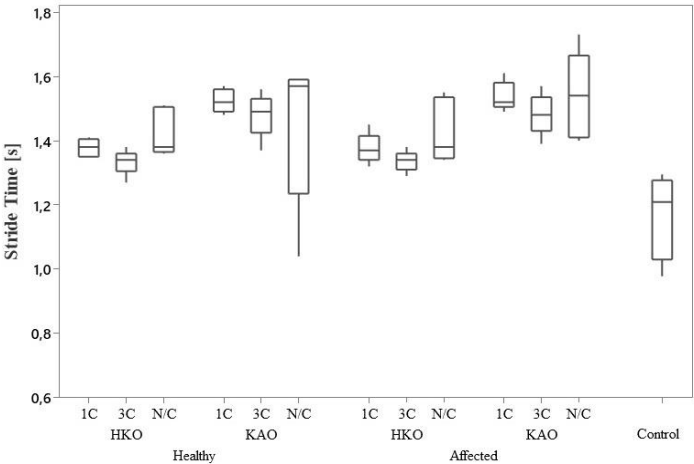
Las combinaciones con ortesis HKO presentaron una anchura de paso moderada: $\sim 0,07$ m para HKO+1C y $\sim 0,09$ m para HKO+3C, esta última con mayor dispersión, indicando una adaptación a la mayor base de apoyo. Con ortesis KAFO, KAFO+1C registró el valor más bajo ($\sim 0,045$ m) con baja dispersión, lo cual sugiere un patrón más estrecho, pero potencialmente inestable. En cambio, KAFO+N/C mostró alta variabilidad, reflejando inestabilidad significativa. El grupo control presentó una anchura promedio de $0,075$ m con baja dispersión.

En conjunto, la ortesis HKO combinada con bastón de tres apoyos (3C) ofreció mayor estabilidad sin generar excesiva variabilidad. Aunque KAFO+1C produjo un paso más estrecho, podría representar una estrategia menos efectiva para este paciente, considerando su limitada consolidación ósea y debilidad funcional.

4.1.3 Análisis del tiempo de zancada

Se muestra el tiempo de zancada (*stride time*, por su traducción en inglés) en segundos bajo distintas combinaciones, en comparación con el grupo control. Este parámetro refleja la duración del ciclo de marcha, siendo indicador de velocidad y eficiencia (véase en la Figura 4).

FIGURA 4. Tiempo de zancada.



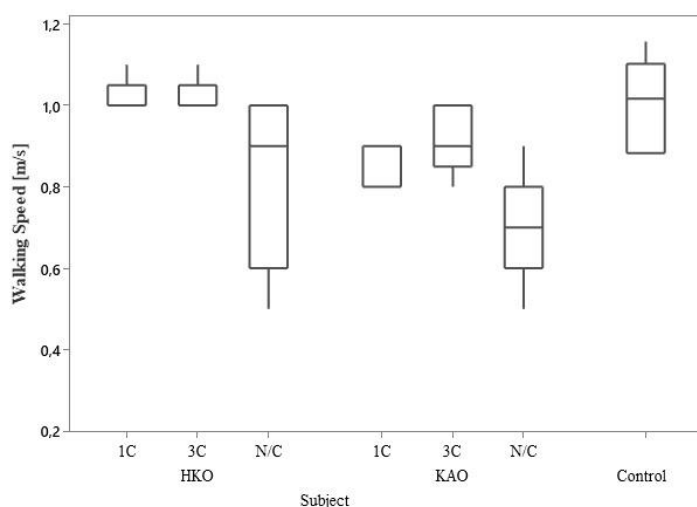
En el lado sano, las combinaciones con HKO evidenciaron tiempos de zancada ligeramente más bajos que KAFO, destacando HKO+1C (~1,25 s) como la más eficiente. Al eliminar ayudas técnicas (N/C), el tiempo aumentó, especialmente con KAFO+N/C, que también presentó la mayor variabilidad. En el lado afectado, HKO mostró menores tiempos (~1,2 s) con baja dispersión, mientras que KAFO alcanzó valores promedio de hasta 1,5 s y mayor variabilidad. El grupo control registró un tiempo promedio de ~1,1 s con baja dispersión.

Estos hallazgos sugieren que HKO, especialmente con bastón 1C, ofrece un patrón de marcha más eficiente y menos variable en ambos lados. Por el contrario, KAFO, particularmente sin bastón, refleja un patrón más lento y menos funcional.

4.1.4. Velocidad de marcha

Se presenta la velocidad de marcha (walking speed, por su traducción en inglés y con unidad en m/s) para las seis combinaciones de órtesis y ayudas técnicas, comparadas con el grupo control. Las combinaciones con HKO mostraron velocidades superiores, especialmente con bastones (1C y 3C), alcanzando valores cercanos a 1,0 m/s (~90% del grupo control). HKO+3C destacó por su consistencia y baja variabilidad (véase en la Figura 5).

FIGURA 5. *Velocidad de marcha*



En contraste, las combinaciones con KAFO registraron velocidades más bajas, particularmente KAFO+N/C ($\sim 0,6$ m/s), lo cual indica un patrón de marcha inestable y menos eficiente. KAFO+3C mostró una leve mejora, pero siguió siendo inferior a las combinaciones con HKO. El grupo control presentó velocidades de $\sim 1,1$ m/s con baja dispersión.

Estos resultados refuerzan que HKO, con ayudas técnicas adecuadas, proporciona un soporte más efectivo para optimizar la marcha en pacientes con fractura femoral no consolidada.

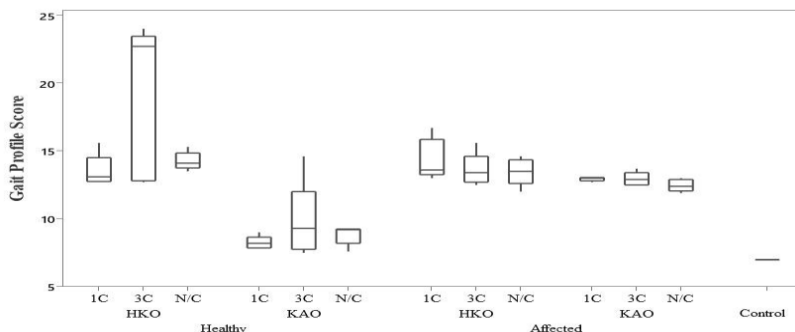
4.1.5 Puntaje del perfil de marcha

Se compara el Puntaje del perfil de marcha (*Gait Profile Score, por su traducción en inglés*) entre el miembro sano y el afectado, bajo distintas combinaciones (véase en la Figura 6).

En el miembro sano, HKO+3C mostró el GPS más elevado ($\sim 23^\circ$), lo que indica una alteración cinemática significativa posiblemente atribuible a estrategias compensatorias. HKO+1C y HKO+N/C presentaron valores moderados ($13-15^\circ$), mientras que KAFO mostró valores más bajos ($8-10^\circ$), indicando menor alteración del patrón.

En el miembro afectado, todos los valores fueron más altos que el grupo control (GPS $\sim 7^\circ$). Las combinaciones con HKO oscilaron entre $14-16^\circ$, y las de KAFO entre $13-14^\circ$, con mayor variabilidad en HKO+1C y HKO+3C. Esto sugiere que, aunque HKO mejora el rendimiento funcional, lo hace mediante compensaciones que alteran la cinemática del miembro sano.

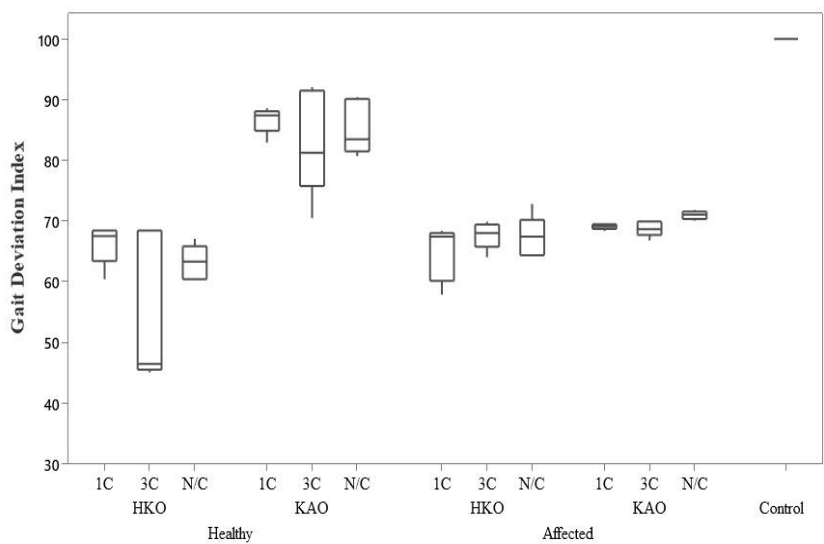
FIGURA 6. Puntaje del perfil de marcha



4.1.6. Índice de desviación de la marcha.

Visualizamos el Índice de desviación de la marcha (Gait Deviation Index, *por su traducción en inglés*) para ambos miembros. En el miembro sano, KAFO presentó mejores valores (80-90), especialmente KAFO+1C y KAFO+N/C, acercándose al umbral normal (~100). En contraste, HKO mostró valores inferiores, siendo HKO+3C la combinación más alterada (GDI ~45-65) con alta variabilidad (véase en la Figura 7).

FIGURA 7. Índice de desviación de marcha



Para el miembro afectado, todos los valores fueron inferiores a los del grupo control. HKO presentó valores levemente más bajos que KAFO. KAFO+N/C mostró el GDI más alto dentro del grupo afectado, aunque todas las combinaciones reflejaron desviaciones significativas.

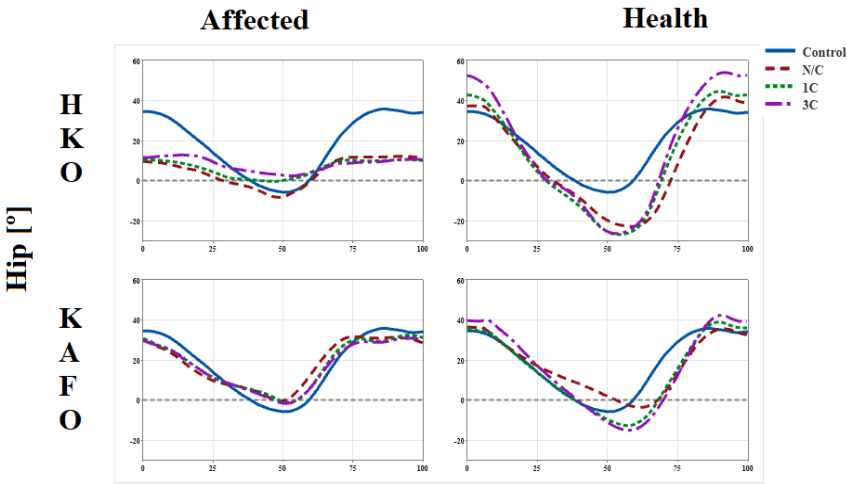
Estos hallazgos refuerzan una observación clave: las combinaciones con HKO, especialmente HKO+3C, mejoran los parámetros espacio-temporales, pero a costa de mayores alteraciones cinemáticas, particularmente en el miembro sano. Esto sugiere que, en casos severos como la pseudoartrosis femoral, la optimización funcional puede implicar un compromiso entre eficiencia mecánica y normalidad cinemática.

4.2. CINEMÁTICA ARTICULAR

4.2.1 Análisis de la cinemática de la cadera con el uso de órtesis HKO y KAFO respecto al ciclo de marcha

El análisis de la cinemática de cadera en el plano sagital revela patrones que complementan los hallazgos previos. Se muestra cómo las órtesis HKO y KAFO, junto con distintas ayudas técnicas, influyen en el movimiento articular durante el ciclo de marcha (véase en la Figura 8).

FIGURA 8. Rangos articulares de la cadera, normalizados respecto al ciclo de marcha obtenidos de los controles, del paciente empleando las ortesis HKO y KAFO, sin bastones y con bastones de uno y tres apoyos



Cinemática articular miembro afectado

Con HKO, el miembro afectado presenta una marcada restricción del rango articular en comparación con el patrón control. Mientras los controles muestran 35° de flexión y -15° de extensión, las configuraciones con HKO apenas oscilan entre 15° y -5°. Esta limitación, atribuible a la función estabilizadora de la órtesis, es consistente en todas las configuraciones (N/C, 1C y 3C).

Con KAFO, el movimiento es más próximo al fisiológico, con flexión inicial de 35° y extensión cercana a -10°. Las diferencias entre

configuraciones son mínimas, lo que sugiere un menor impacto en la cinemática de la cadera por parte de esta órtesis, al no restringir directamente esta articulación.

Cinemática articular miembro sano

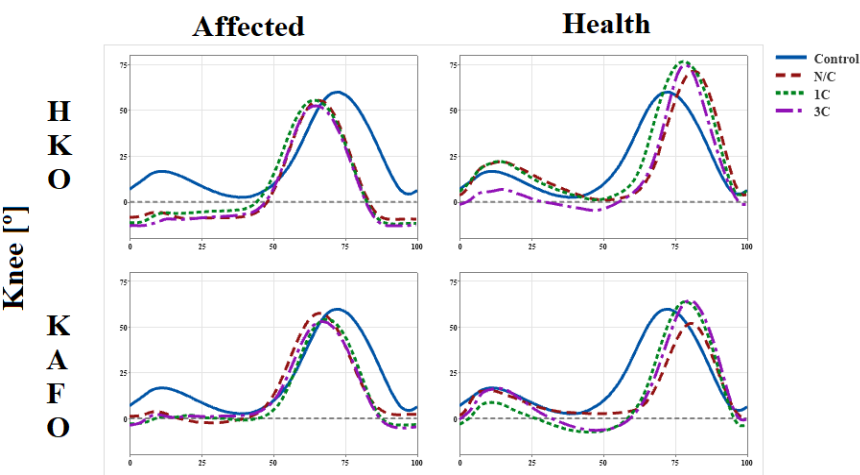
El miembro sano muestra compensaciones notorias con HKO, especialmente una hiperextensión acentuada (hasta -25° con HKO+3C) frente a -15° en controles, facilitando el avance del miembro afectado. Con KAFO, la cinemática se aproxima al patrón control, con menor variabilidad entre configuraciones.

Estos resultados evidencian el compromiso entre estabilidad y naturalidad del movimiento en la prescripción ortésica para pseudoartrosis femoral. Las combinaciones con mejores parámetros espaciotemporales suelen presentar mayores desviaciones cinemáticas.

4.2.2. Análisis de la cinemática de la rodilla con ortesis HKO y KAFO

Se analiza la cinemática sagital (flexión/extensión) de la rodilla durante el ciclo de marcha en ambos miembros, bajo distintas configuraciones ortésicas y ayudas técnicas, comparadas con el grupo control (véase en la Figura 9).

FIGURA 9. Rangos articulares de la rodilla, normalizados respecto al ciclo de marcha obtenidos de los controles, del paciente empleando las ortesis HKO y KAFO, sin bastones y con bastones de uno y tres apoyos



Cinemática articular del miembro afectado

Con HKO, se observa un patrón atípico: menor flexión al contacto inicial ($\approx 0^\circ$ frente a 15° del control) y un pico de flexión durante la oscilación ($60-65^\circ$ vs. 55° en el control), seguido de un retorno brusco a la extensión. Esto podría reflejar una estrategia compensatoria para facilitar el despegue del pie ante debilidad muscular o inestabilidad estructural.

Con KAFO, el comportamiento es similar, pero con diferencias notables. Durante el apoyo, la flexión es mínima ($\approx 0^\circ$), evidenciando la restricción mecánica de la ortesis. En la oscilación, se alcanza un pico comparable al de HKO, pero con una transición más suave hacia la extensión. Las ayudas técnicas no alteran sustancialmente este patrón, indicando que la órtesis determina principalmente la cinemática.

Cinemática articular del miembro sano

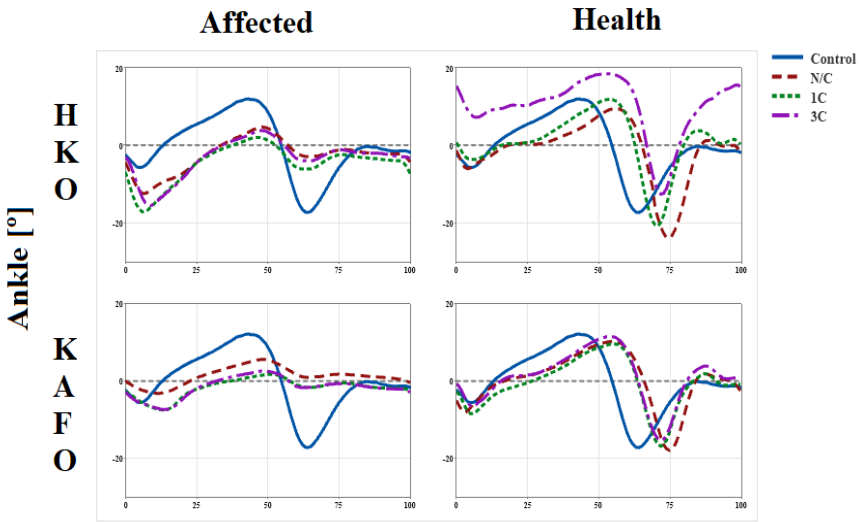
Con HKO, el miembro sano presenta una flexión levemente superior al control durante el apoyo (15-45% del ciclo) y un pico de flexión aumentado en la oscilación ($\approx 70^\circ$ frente a 60°), siendo más pronunciado en configuraciones HKO+1C y HKO+3C. Estas adaptaciones buscan facilitar el avance del miembro afectado.

Con KAFO, la fase de apoyo es similar al control, aunque la oscilación muestra un leve aumento del pico de flexión ($65-70^\circ$). La diferencia entre configuraciones es escasa, lo que sugiere que las compensaciones derivan principalmente de la restricción del miembro afectado.

4.2.3. Análisis de la cinemática del tobillo con ortesis HKO y KAFO

Se muestra la cinemática sagital (dorsiflexión/plantiflexión) del tobillo en ambos miembros, bajo distintas configuraciones, en comparación con controles (véase en la Figura 10).

FIGURA 10. Rangos articulares del tobillo, normalizados respecto al ciclo de marcha, obtenidos de los controles y del paciente empleando las ortesis HKO y KAFO, sin bastones y con bastones de uno y tres apoyos.



Miembro afectado

Con HKO, el patrón articular está alterado respecto al control. En lugar de una dorsiflexión progresiva ($\approx 15^\circ$) y una plantiflexión marcada al despegue (-15°), las configuraciones con HKO muestran un patrón aplnadado ($\approx -5^\circ$ a 5°). Este patrón refleja una adaptación para evitar cargas y fuerzas excesivas en el fémur no consolidado. Además, el uso de bastones tiende a mantener el tobillo en ligera plantiflexión durante el ciclo.

Con KAFO, el tobillo permanece en dorsiflexión ligera (0° a 10°) sin el patrón bifásico típico. Esto responde al control mecánico de la órtesis sobre la articulación, limitando la propulsión, lo que se correlaciona con la reducción de parámetros spatiotemporales previamente observada.

Cinemática articular del tobillo del miembro sano

Con HKO, el tobillo sano compensa significativamente. Durante el apoyo inicial, el patrón es similar al control, pero en el despegue y oscilación se observa un planto flexión exagerada (hasta -25°),

especialmente en HKO+3C. Esta plantiflexión excesiva representa una estrategia para aumentar el impulso propulsivo.

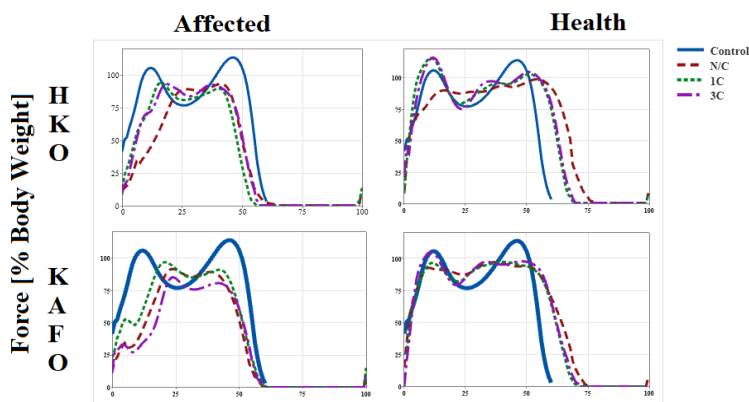
Con KAFO, también hay compensación: aunque la dorsiflexión durante el apoyo es normal, el despegue presenta una plantiflexión aumentada ($\approx -20^\circ$), más notable en KAFO+1C y KAFO+N/C. Estas adaptaciones, presentes independientemente del tipo de ortesis, evidencian la respuesta sistémica del sistema locomotor ante alteraciones en un segmento específico.

4.3. CINÉTICA DE LA MARCHA EN LA FRACTURA NO CONSOLIDADA

4.3.1. Análisis de las fuerzas verticales durante la fase de apoyo.

Se compara la fuerza vertical (% del peso corporal) durante el ciclo de marcha (0-100%) en cuatro condiciones: dos ortesis (HKO y KAFO) y dos miembros (afectado y sano), contrastando los registros con el grupo control, sin ayuda técnica (N/C), con bastón de un apoyo (1C) y de tres apoyos (3C), (véase en la Figura 11).

FIGURA 11. Resultante de la fuerza vertical en piso en función del ciclo de la marcha



Miembro afectado

Los registros revelan un patrón bimodal modificado. El grupo control presenta dos picos definidos con transferencia de carga rápida. Los

grupos con intervención muestran una reducción en la magnitud de estos picos: sin bastón (80–85%), con 1C (85–90%) y con 3C (~75%). Se observa un retraso en el primer pico, más acentuado con 3C, y menor carga en la fase media. KAFO produce descargas de fuerza ligeramente superiores a HKO, especialmente en el segundo pico, lo que sugiere mayor estabilidad en la fase final del apoyo.

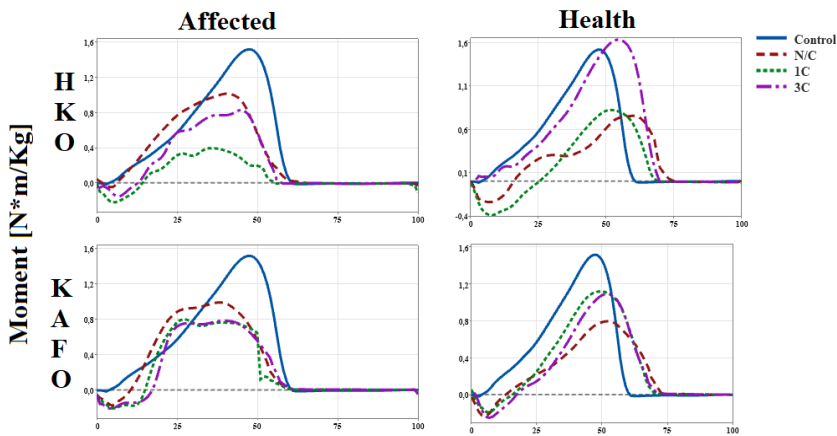
Miembro sano

El patrón del miembro sano muestra adaptaciones compensatorias. El grupo control mantiene un patrón bimodal simétrico. En los grupos con órtesis, el segundo pico es más prolongado, con una fase de descarga sostenida. Aunque las magnitudes del primer pico son similares al control, las diferencias temporales destacan. Tanto HKO como KAFO generan patrones más homogéneos en el miembro sano que en el afectado.

4.3.2. Momentos articulares en el tobillo

Se presenta los momentos articulares del tobillo, analizados para ambos miembros bajo distintas combinaciones de órtesis y ayudas técnicas (N/C, 1C y 3C), (véase en la Figura 12).

FIGURA 12. Registros de los momentos de las fuerzas en el complejo tobillo pie, sano y enfermo con el empleo combinado de las órtesis HKO y KAFO, sin ayudas técnicas (N/C) y con bastones de un apoyo (1C) y tres apoyos (3C).



Miembro afectado

El grupo control presenta un único pico (~ 1.4 Nm/kg) al 50% del ciclo. Los grupos de intervención reducen significativamente este valor: N/C ($\sim 0.9\text{--}1.0$ Nm/kg), 3C (~ 0.8) y 1C (~ 0.6). HKO genera momentos mayores que KAFO, sugiriendo que esta última impone mayor restricción articular.

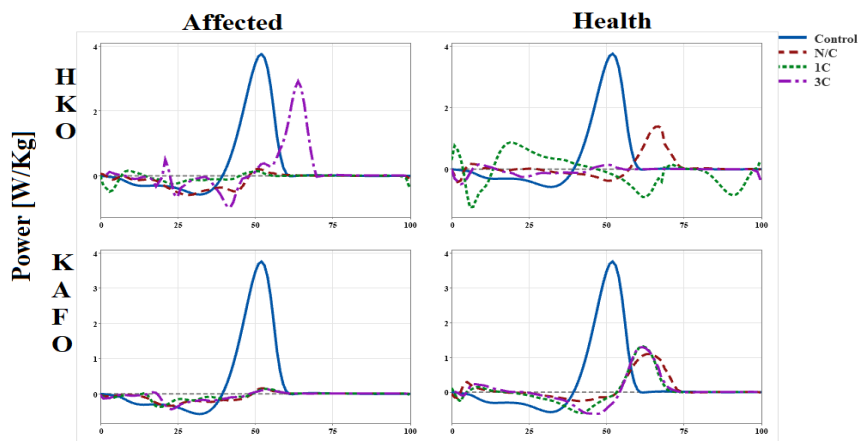
4.3.2.2 Miembro sano

El control muestra un pico (~ 1.3 Nm/kg) con descenso rápido. N/C y 3C exhiben una prolongación del momento en la fase final (60–70%), especialmente con HKO. El grupo 1C mantiene los momentos más bajos ($\sim 0.8\text{--}0.9$). Todas las intervenciones prolongan la duración del momento, destacando HKO+3C.

4.3.3. Potencia articular en tobillo

Se presenta los registros de potencia en el tobillo para ambos miembros, analizando el impacto de las ortesis y ayudas técnicas (véase en la Figura 13).

FIGURA 13. Registros de las potencias en el complejo tobillo pie, sano y enfermo con el empleo combinado de las órtesis HKO y KAFO, sin ayudas técnicas (N/C) y con bastones de un apoyo (1C) y tres apoyos (3C).



Miembro afectado

El grupo control muestra un pico de generación de potencia (~ 4 W/kg) alrededor del 60% del ciclo. Con ortesis y ayudas, se observan perfiles alterados con potencias reducidas y desplazadas temporalmente. KAFO genera menos potencia que HKO.

Miembro sano

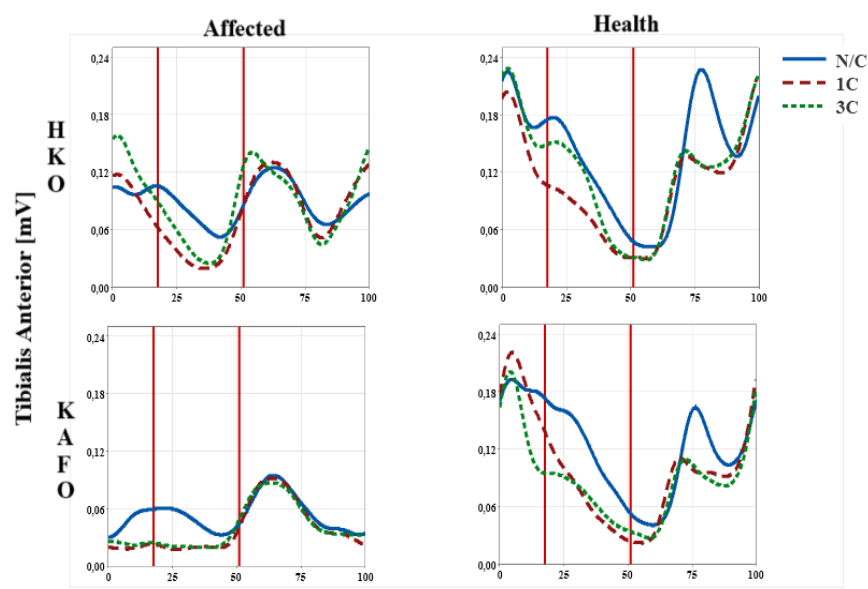
El control conserva un pico de ~ 4 W/kg al 60%. Con HKO y ayudas, los picos se reducen ($1-2$ W/kg) y se desplazan (70–80%), siendo más inestables con 1C. KAFO muestra menor generación que HKO (~ 1 W/kg al 70%)

4.4 ACTIVACIÓN MUSCULAR DURANTE LA MARCHA EN LA FRACTURA NO CONSOLIDADA.

4.4.1. Actividad muscular en el tibial anterior

Se muestra la envolvente de la señal de electromiografía (EMG) normalizada del músculo tibial anterior en ambos miembros durante un ciclo completo de marcha (0-100%), bajo distintas combinaciones de ortesis (HKO y KAFO) y ayudas técnicas: sin bastón (N/C), bastón de un apoyo (1C) y bastón de tres apoyos (3C), (véase en la Figura 14).

FIGURA 14. Registros de la actividad muscular del tibial anterior respecto al ciclo de marcha en ambos miembros (sano y fracturado), con el empleo combinado de las órtesis HKO y KAFO, sin ayudas (N/C) y con bastones de un apoyo (1C) y tres apoyos (3C).



Miembro afectado

El miembro fracturado presenta una activación reducida del tibial anterior con ambas ortesis, con máximos que no superan 0,13 mV. La señal muestra una bimodalidad atenuada, con picos de actividad menos definidos que en el miembro sano, sugiriendo un reclutamiento muscular deficiente. La combinación HKO con bastón de un apoyo muestra la menor actividad, indicando una posible descarga muscular inducida por la mayor asistencia del dispositivo. En contraste, con HKO sin ayuda técnica se observa una actividad ligeramente mayor, posiblemente como compensación ante la menor estabilidad externa.

Miembro sano

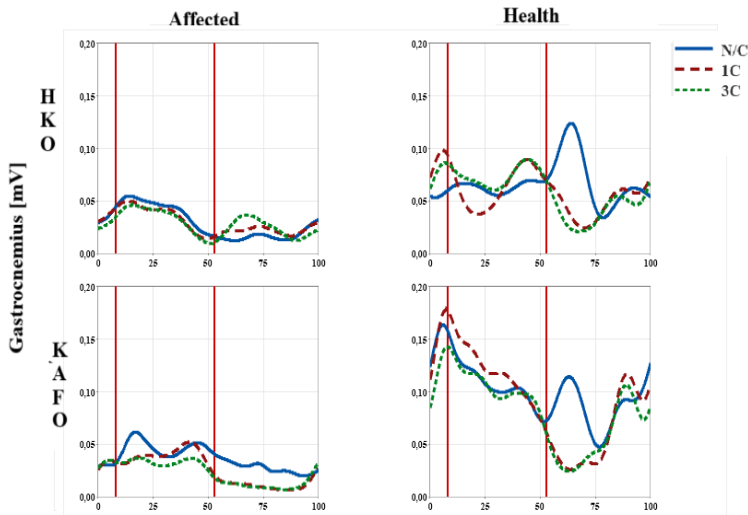
El miembro sano presenta una activación clara y bifásica, con picos alrededor del 20-25% y 85-95% del ciclo, correspondientes al inicio del apoyo y final de la fase oscilante, respectivamente. La marcha con ortesis sin ayuda técnica muestra mayor amplitud de activación, especialmente

en la fase inicial, sugiriendo mayor exigencia en la preparación del contacto del talón. Las combinaciones con bastones presentan reducción en la amplitud, evidenciando una descarga funcional producto del soporte adicional, más notable con el bastón de tres apoyos.

4.4.2 Actividad muscular en el gastrocnemio

Se muestra la envolvente de la señal EMG normalizada del gastrocnemio durante un ciclo completo de marcha en ambos miembros bajo las distintas condiciones evaluadas (véase en la Figura 15).

FIGURA 15. Registros de la actividad muscular del gastrocnemio respecto al ciclo de marcha en ambos miembros (sano y fracturado), con el empleo combinado de las órtesis HKO y KAFO, sin ayudas técnicas (N/C) y con bastones de un apoyo (1C) y tres apoyos (3C).



Miembro afectado

En el miembro afectado, la actividad del gastrocnemio aparece notablemente disminuida en todas las condiciones. Con HKO se observa una activación pobre y difusa, con valores máximos inferiores a 0,05 mV y sin un patrón definido de incremento durante la fase media o final del apoyo. Con KAFO esta tendencia se mantiene, aunque se evidencian ligeros aumentos de la señal en torno al 30% del ciclo en la condición sin bastón, posiblemente asociados a un intento de compensación. La

ausencia de activación significativa en el intervalo esperado sugiere una importante limitación funcional.

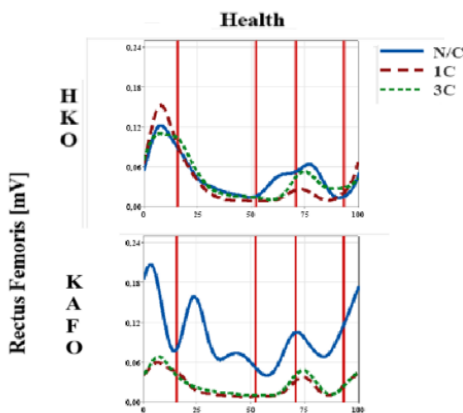
Miembro sano

En el miembro sano, el patrón de activación es más claro y consistente, con una activación pronunciada en la fase media-final del apoyo, especialmente sin bastón, donde se alcanza un pico en torno al 45-60% del ciclo con amplitudes cercanas a 0,15 mV. En las condiciones con bastón se observa una disminución progresiva de la magnitud de la señal, indicando una descarga mecánica que reduce la necesidad de activación muscular para la propulsión, más acentuada con el bastón de tres apoyos.

4.4.3. Actividad muscular del recto femoral

Se muestra la envolvente de la señal EMG normalizada del recto femoral durante un ciclo completo de marcha (véase en la Figura 16).

FIGURA 16. Registros de la actividad muscular del recto femoral respecto al ciclo de marcha en ambos miembros (sano y fracturado), con el empleo combinado de las órtesis HKO y KAFO, sin ayudas técnicas (N/C) y con bastones de un apoyo (1C) y tres apoyos (3C).



Miembro afectado

No fue posible estudiar la actividad en el recto femoral debido a la imposibilidad de colocar electrodos en el segmento donde se encontraban los elementos estabilizadores de la ortesis.

Miembro sano

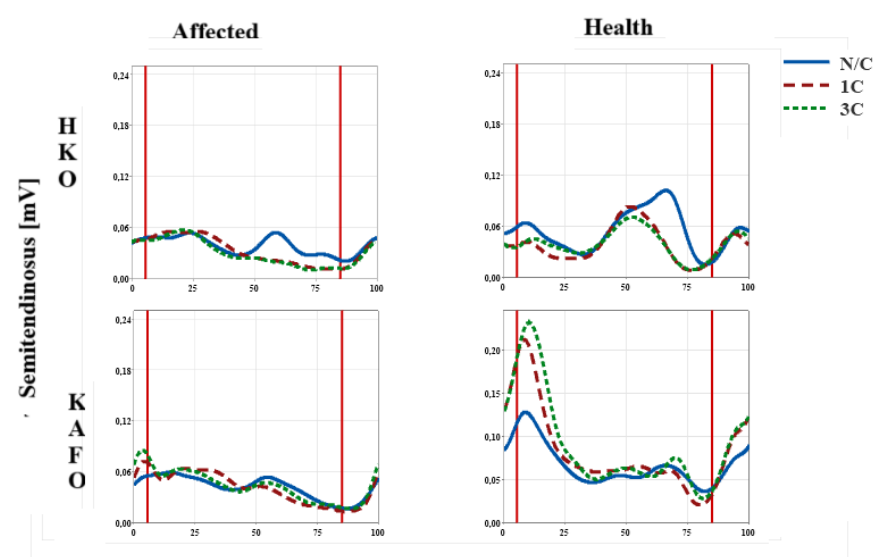
Con HKO se observa una activación destacada al inicio del ciclo, coincidente con la fase de aceptación del peso. Esta activación es máxima sin bastón, superando 0,18 mV, reflejando la función estabilizadora del músculo. Con la introducción de bastones, la señal EMG disminuye notoriamente, indicando menor demanda muscular por redistribución del peso hacia el dispositivo de asistencia.

Con KAFO, el patrón cambia considerablemente. Sin bastón, el recto femoral exhibe una activación cíclica pronunciada a lo largo del ciclo, con picos regulares aproximadamente cada 25%, posiblemente asociados al esfuerzo adicional requerido para mantener la estabilidad de la rodilla. Al incorporar bastones, esta actividad se reduce de manera similar a lo observado con HKO.

4.4.4. Actividad muscular del semitendinoso

Se muestra la envolvente de la señal EMG normalizada del semitendinoso durante un ciclo completo de marcha (véase en la Figura 17).

FIGURA 17. Registros de la actividad muscular del semitendinoso respecto al ciclo de marcha en ambos miembros (sano y fracturado), con el empleo combinado de las órtesis HKO y KAFO, sin ayudas técnicas (N/C) y con bastones de un apoyo (1C) y tres apoyos (3C).



Miembro afectado

El miembro afectado presenta un patrón considerablemente alterado. Sin bastón, la activación muscular es baja (raramente supera 0,1 mV), reflejando una combinación de desuso muscular, inhibición por dolor o inestabilidad, y un patrón compensatorio. Con bastones se observa una leve estabilización del patrón, con incrementos mínimos en la fase de impulso final, aunque por debajo de los niveles del miembro sano.

HKO permite mayor libertad articular y posibilidad de activación funcional, aunque limitada por la alteración estructural del fémur. Con KAFO, la activación permanece más restringida, funcionando el semitendinoso como estabilizador pasivo debido a la rigidez de la ortesis. El uso de apoyos adicionales contribuye a una reducción adicional en la exigencia muscular, sugiriendo una inactivación funcional progresiva.

Miembro normal

En el miembro sano, el patrón se ajusta mejor a lo esperado fisiológicamente, especialmente durante la transición entre la fase de apoyo terminal y el inicio del oscilamiento. Sin bastón, se observa una activación más marcada en la segunda mitad del ciclo (60-70%), concordando con su función en la extensión de cadera e inicio de flexión de rodilla.

Al incorporar bastones, la activación disminuye ligeramente por redistribución de la carga, fenómeno más evidente con KAFO. No obstante, el semitendinoso mantiene un patrón relativamente constante, adaptándose funcionalmente a las demandas de la marcha con asistencia, gracias a la plasticidad muscular en este miembro sin compromiso estructural.

5. DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio se alinean con la creciente evidencia que destaca el papel fundamental del análisis biomecánico en el seguimiento funcional de fracturas complejas, como las del fémur no consolidado, lo que proporciona información crítica para la toma de decisiones clínicas en la rehabilitación.

5.1 ESTUDIO ESPACIO-TEMPORAL DE LA MARCHA CON FRACTURA FEMORAL NO CONSOLIDADA

Desde un enfoque espacio-temporal, se observó que la ortesis HKO combinada con bastones, especialmente el de tres puntos (3C), ofreció una mejora sustancial en la estabilidad y longitud de zancada del miembro afectado. Estos resultados respaldan estudios previos que documentan la eficacia de dispositivos de estabilización multisegmentaria en pacientes con déficit funcional severo (Iolascon et al., 2021; Vargas, 2017; Barrera Sánchez et al., 2021; Warmerdam et al., 2023).

No obstante, la mejora mecánica obtenida con esta combinación se acompaña de un aumento de la carga funcional y alteración cinemática en el miembro sano, revelando un patrón compensatorio que, si bien eficiente, se aleja de la simetría y la normalidad del patrón de marcha. Esto plantea un dilema clínico: priorizar la funcionalidad global frente a la preservación de la simetría intermiembros, lo cual es particularmente relevante en pacientes geriátricos con bajo potencial de consolidación ósea (Sánchez & Salerni, 2015; Clark et al., 2017).

5.2 ESTUDIO DE LA CINEMÁTICA ARTICULAR DE LA MARCHA CON FRACTURA FEMORAL NO CONSOLIDADA.

Los hallazgos del presente estudio evidencian las complejas adaptaciones biomecánicas que se desarrollan durante la marcha en pacientes con fractura distal de fémur no consolidada y falla de fijación, al tiempo que destacan el papel fundamental de las ayudas técnicas en la recuperación funcional. Tal como lo sugieren múltiples estudios, las fracturas de fémur en adultos mayores se asocian a importantes consecuencias funcionales, siendo la consolidación ósea incompleta una de las principales causas de deterioro clínico y de calidad de vida (Lovato-Salas et al., 2015; Sivakumar et al., 2023; Kanis et al., 2023; Bizzoca et al., 2020; Sánchez & Salerni, 2015).

A nivel de cadera, el uso de HKO proporciona una mayor estabilidad al restringir la movilidad articular, lo que favorece la marcha sobre el miembro afectado, pero obliga al miembro sano a asumir una mayor

carga compensatoria, reflejada en un aumento de la amplitud y complejidad de movimiento (Iolascon et al., 2021; Vargas, 2017; Barrera Sánchez et al., 2021; Warmerdam et al., 2023). Por el contrario, la KAFO permite un patrón más fisiológico, pero compromete parámetros funcionales, lo que obliga a una cuidadosa selección ortésica en función del equilibrio entre estabilidad y naturalidad de la marcha.

En la articulación de la rodilla, ambos dispositivos ortésicos restringen la flexión fisiológica del miembro afectado durante el apoyo, lo cual es esperable dada la necesidad de estabilizar un segmento óseo inestable. Sin embargo, esto produce una compensación marcada en el miembro sano, con un incremento de la flexión durante la oscilación, en particular con el uso de HKO. Este patrón compensatorio está en concordancia con estudios previos que vinculan las alteraciones articulares inducidas por dispositivos ortopédicos con cambios funcionales en las fases de la marcha (Koso et al., 2018; Sánchez & Salerni, 2015; Warmerdam et al., 2023).

En el tobillo, el análisis revela que las órtesis modifican significativamente la dinámica articular, aunque de formas distintas: la HKO permite un rango de movilidad parcial sin control directo, mientras que la KAFO impone una dorsiflexión constante. En ambos casos, el tobillo del miembro sano adopta una estrategia de planto-flexión exagerada en el despegue, fenómeno que representa un mecanismo clave de compensación para mantener la progresión del cuerpo y refleja la notable capacidad del sistema neuromuscular para adaptarse ante restricciones mecánicas en la marcha.

Desde una perspectiva clínica, estos resultados sostienen la idea de que el tratamiento de fracturas no consolidadas debe considerar no solo la estabilización estructural, sino también la funcionalidad global del paciente. Las órtesis no deben buscar exclusivamente la normalización del patrón articular, sino facilitar compensaciones que favorezcan una marcha eficiente, con la menor carga energética posible y sin generar patrones compensatorios patológicos a largo plazo, como desgaste articular o desequilibrios musculares crónicos (Bizzoca et al., 2020; Clark et al., 2017; Warmerdam et al., 2023).

5.3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS CINÉTICO DE LA MARCHA CON FRACTURA FEMORAL NO CONSOLIDADA.

Los hallazgos del presente estudio reafirman la complejidad biomecánica que subyace en la marcha de pacientes con fractura distal de fémur no consolidada y falla de fijación, destacando el papel fundamental de las órtesis y ayudas técnicas en la modulación del patrón cinético del movimiento. Tal como se describe en la literatura (Lovato-Salas et al., 2015; Sivakumar et al., 2023; Kanis et al., 2023; Bizzoca et al., 2020; Sánchez & Salerni, 2015), estas fracturas comprometen significativamente la movilidad, requiriendo intervenciones que equilibren estabilidad, funcionalidad y protección estructural.

Desde el punto de vista cinético, las fuerzas de reacción verticales durante el apoyo mostraron una reducción de magnitud y un retraso en los picos de carga en el miembro afectado, evidenciando un patrón de descarga protectora consistente con los mecanismos compensatorios descritos (Warmerdam et al., 2023; Iolascon et al., 2021).

Esta descarga es particularmente efectiva cuando se emplean bastones, siendo el de tres apoyos el que más reduce la carga, aunque también el que más altera el patrón fisiológico.

La prolongación del apoyo sobre el miembro sano sugiere una estrategia funcional para mantener el equilibrio, pero también plantea un riesgo de sobrecarga a largo plazo, como lo han señalado estudios sobre asimetrías funcionales crónicas (Bizzoca et al., 2020; Barrera Sánchez et al., 2021).

El análisis de los momentos articulares en el tobillo complementa esta visión, mostrando que la combinación de órtesis con bastones en especial el de un punto reduce los momentos en ambos miembros, favoreciendo la simetría intersegmentaria. La KAFO proporciona un mayor control en el miembro afectado, generando momentos más bajos y consistentes, aunque a costa de eficiencia energética, mientras que la HKO muestra mayor variabilidad y mayor dependencia del miembro sano, lo que puede predisponer a desequilibrios biomecánicos (Sánchez & Salerni, 2015; Clark et al., 2017).

En cuanto a la potencia articular en el tobillo, se evidenció una severa limitación en el miembro afectado, particularmente con KAFO, lo que se traduce en una marcada pérdida de capacidad propulsiva. Este hallazgo es consistente con investigaciones previas que relacionan la inmovilidad articular con pérdida de impulso y aumento del costo energético de la marcha (Vargas, 2017; Barrera Sánchez et al., 2021; Warmerdam et al., 2023). El uso de HKO combinada con bastón de tres apoyos mostró una leve recuperación de potencia, aunque desplazada temporalmente, lo que sugiere cierto reaprovechamiento funcional del ciclo de marcha, siendo potencialmente beneficioso en fases avanzadas de rehabilitación donde se busca restaurar la autonomía del paciente.

5.4 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD MUSCULAR DE LA MARCHA CON FRACTURA FEMORAL NO CONSOLIDADA

Al integrar el análisis electromiográfico (EMG), se obtiene una visión comprensiva sobre el impacto de las órtesis KAFO y HKO y su combinación con bastones en la marcha de un paciente con fractura distal de fémur no consolidada. Esta integración es consistente con el enfoque biomecánico y clínico recomendado por estudios previos (Lovato-Salas et al., 2015; Sivakumar et al., 2023; Kanis et al., 2023; Sánchez & Salerni, 2015; Clark et al., 2017).

Los hallazgos muestran que las órtesis alteran significativamente el patrón electromiográfico, con variaciones dependientes tanto del tipo de dispositivo como del uso de apoyos externos. En el caso del tibial anterior, se observó una activación limitada en el miembro afectado con ambas órtesis, mientras que en el miembro sano la configuración KAFO sin bastones mostró una sobreactivación compensatoria inicial. Esto refuerza la idea de que, si bien las órtesis pueden facilitar la marcha al estabilizar las articulaciones, también pueden inducir patrones musculares subóptimos o compensatorios, como ya ha sido señalado en la literatura (Warmerdam et al., 2023; Vargas, 2017; Iolascon et al., 2021).

El uso de bastones, especialmente el de tres apoyos, se asoció a una disminución de la demanda muscular en el miembro sano, favoreciendo un patrón de marcha más económico y simétrico. Este resultado apoya

el enfoque progresivo en la rehabilitación, donde la combinación de órtesis con asistencia externa puede ayudar a modular la carga y evitar el sobreuso muscular (Barrera Sánchez et al., 2021).

En cuanto al gastrocnemio, la activación fue funcional en el miembro sano con ambas órtesis, aunque más regular con la KAFO, lo que sugiere un beneficio en términos de estabilidad articular. Sin embargo, la activación en el miembro afectado fue deficiente en todas las condiciones, lo cual limita la capacidad propulsiva del paciente, como se evidenció también en los análisis de potencia articular. Estos resultados indican que es necesario implementar estrategias de reactivación muscular dirigidas, especialmente en fases intermedias y avanzadas de la rehabilitación, para prevenir atrofia y optimizar el rendimiento funcional (Sánchez & Salerni, 2015; Barrera Sánchez et al., 2021).

En el caso del recto femoral, se observó una mayor activación con KAFO sin apoyo adicional, reflejando un patrón compensatorio para estabilizar el miembro afectado ante la rigidez articular inducida por la órtesis. Aunque funcional en el corto plazo, esta activación sostenida podría inducir fatiga y sobrecarga si no se acompaña de un control clínico adecuado. La reducción de la activación mediante el uso de bastones demuestra que la asistencia progresiva puede ser utilizada para modular eficientemente la carga neuromuscular, favoreciendo la adaptación funcional sin inducir descompensaciones (Iolascon et al., 2021).

Por último, en relación al semitendinoso, se destaca una disminución de su participación en el miembro afectado al usar KAFO, lo cual es esperable en fases tempranas donde se busca estabilidad. No obstante, su inactividad prolongada podría dificultar la readaptación muscular futura. En este sentido, el uso de bastones, especialmente el de tres apoyos, aparece como una herramienta clave para proteger la musculatura sin perder funcionalidad, facilitando el retorno progresivo a patrones de activación más fisiológicos. Estos hallazgos coinciden con reportes previos que destacan la necesidad de preservar la actividad de la musculatura proximal durante el uso de dispositivos ortésicos prolongados (Clark et al., 2017; Barrera Sánchez et al., 2021).

6. CONCLUSIONES

El análisis funcional de la marcha en un paciente con fractura medial de fémur izquierdo no consolidada y ruptura de fijación extramedular evidencia la necesidad de un abordaje terapéutico integral que combine estabilización mecánica y optimización funcional. Las combinaciones ortésicas evaluadas, particularmente la HKO junto con bastón de tres apoyos, demostraron mejoras significativas en la estabilidad y progresión del paso, aunque a costa de patrones compensatorios en el miembro sano.

Desde un enfoque biomecánico, se observó que las órtesis modulan de manera diferencial la cinemática, la cinética y la actividad muscular de la marcha, generando efectos tanto beneficiosos como adaptativos que deben ser monitoreados cuidadosamente. La KAFO ofrece mayor control estructural, pero limita la eficiencia energética y propulsiva, mientras que la HKO permite una funcionalidad más cercana al patrón fisiológico, aunque con mayor exigencia al miembro contralateral.

Los hallazgos electromiográficos subrayan que las ayudas técnicas no solo cumplen un rol de soporte, sino que influyen activamente en la modulación neuromuscular. La inclusión progresiva de bastones, especialmente el de tres apoyos, contribuye a reducir la sobrecarga y favorece patrones musculares más económicos y simétricos.

En conjunto, los resultados sostienen que la selección de dispositivos ortopédicos debe basarse en una evaluación funcional integral, considerando la fase de rehabilitación, el grado de inestabilidad ósea, y el impacto sobre la marcha global. La combinación de órtesis con asistencia externa representa una estrategia eficaz para preservar la funcionalidad, minimizar la carga energética y prevenir compensaciones patológicas a largo plazo, lo que refuerza la necesidad de una prescripción individualizada y ajustable en el tiempo.

7. REFERENCIAS

- Aprisunadi, N., Nursalam, N., Mustikasari, M., Ifadah, E., & Hapsari, E. D. (2023). Effect of early mobilization on hip and lower extremity postoperative: A literature review. *SAGE Open Nursing*, 9, 23779608231167825. <https://doi.org/10.1177/23779608231167825>

- Barrera Sánchez, A., Blanco Ortega, A., Martínez Rayón, E., Gómez Becerra, F. A., Abúndez Pliego, A., Campos Amezcua, R., & Guzmán Valdivia, C. H. (2022). State of the art review of active and passive knee orthoses. *Machines*, 10, 865. <https://doi.org/10.3390/machines10100865>
- Bizzoca, D., et al. (2020). Gait analysis in the postoperative assessment of intertrochanteric femur fractures. *Journal of Biological Regulators & Homeostatic Agents*, 34(4 Suppl 3), 345–351.
- Budarick, A. R., Bishop, E. L., Clark, M. L., & Cowper-Smith, C. D. (2021). Preliminary evaluation of a new orthotic for patellofemoral and multicompartiment knee osteoarthritis. *Rehabilitation Research and Practice*, 2021, 5923721. <https://doi.org/10.1155/2021/5923721>
- Carneiro, M. B., Alves, D. P. L., & Mercadante, M. T. (2013). Physical therapy in the postoperative of proximal femur fracture in elderly: Literature review. *Acta Ortopédica Brasileira*, 21(3), 175–178.
- Clark, D., Nakamura, M., Miclau, T., & Marcucio, R. (2017). Effects of aging on fracture healing. *Current Osteoporosis Reports*, 15(6), 601–608. <https://doi.org/10.1007/s11914-017-0413-9>
- Elsoe, R., Ceccotti, A. A., & Larsen, P. (2018). Population-based epidemiology and incidence of distal femur fractures. *International Orthopaedics*, 42(1), 191–196. <https://doi.org/10.1007/s00264-017-3665-1>
- Hankins, M. L., & Moloney, G. B. (2022). Early initiation of physical therapy after geriatric hip fracture surgery is associated with shorter hospital length of stay and decreased thirty-day mortality. *Injury*, 53(12), 4086–4089. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2022.09.040>
- Howard, A., Myatt, A., Hodgson, H., Naeem, H., Pepple, S., Perumal, A., Panteli, M., Kanakaris, N., & Giannoudis, P. V. (2024). Retrograde intramedullary nailing or locked plating for stabilisation of distal femoral fractures? A comparative study of 193 patients. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 34(1), 471–478. <https://doi.org/10.1007/s00590-023-03650-7>
- Iolascon, G., et al. (2021). The role of assistive devices in frail elderly people with fragility fractures: A narrative review. *International Journal of Bone Fragility*, 1(2), 53–58. <https://doi.org/10.57582/IJBF.210102.053>
- Kanis, J. A., et al. (2023). Previous fracture and subsequent fracture risk: A meta-analysis to update FRAX. *Osteoporosis International*, 34(12), 2027–2045. <https://doi.org/10.1007/s00198-023-06870-z>
- Koso, R. E., Terhoeve, C., Steen, R. G., & Zura, R. (2018). Healing, nonunion, and re-operation after internal fixation of diaphyseal and distal femoral fractures: A systematic review and meta-analysis. *International Orthopaedics*, 42(11), 2675–2683. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-3864-4>

- Lovato-Salas, F., et al. (2015). Prevalencia de fracturas de cadera, fémur y rodilla en la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Traumatología y Ortopedia “Lomas Verdes” del Instituto Mexicano del Seguro Social. *Acta Ortopédica Mexicana*, 29(1).
- Neumann-Langen, M. V., Sontheimer, V., Borchert, G. H., Izadpanah, K., Schmal, H., & Kubosch, E. J. (2023). Outcome evaluation of distal femoral fractures following surgical management: A retrospective cohort study. *Journal of Personalized Medicine*, 13(2), 350. <https://doi.org/10.3390/jpml3020350>
- Paiva, M. M., Leal, D. P., Kuroki, P. K., Barroso, B. G., Reyna, M. A. A., Leonhardt, M. C., Silva, J. D. S., & Kojima, K. E. (2022). Distal femoral fractures from high-energy trauma: A retrospective review of complication rate and risk factors. *Acta Ortopédica Brasileira*, 30(spe2), e256896. <https://doi.org/10.1590/1413-785220223002e256896>
- Sanchez, A., & Salerni, H. (2015). Retardo de consolidación de fracturas. *Actualización en Osteología*, 11(1), 47–56.
- Sivakumar, A., Rickman, M., & Thewlis, D. (2023). Gait biomechanics after proximal femoral nailing of intertrochanteric fractures. *Journal of Orthopaedic Research®*, 41(4), 862–874.
- Vargas, N. F. (2017). Indicaciones de las órtesis en atención primaria. *FMC—Formación Médica Continuada en Atención Primaria*, 24, 465–478.
- Von Rehlingen-Prinz, F., Eggeling, L., Dehoust, J., et al. (2023). Current standard of care for distal femur fractures in Germany and Switzerland. *Injury*, 54, 110936. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2023.110936>
- Warmerdam, E., Orth, M., Pohlemann, T., & Ganse, B. (2023). Gait analysis to monitor fracture healing of the lower leg. *Bioengineering*, 10, 255. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10020255>

FIABILIDAD DE UN SISTEMA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA MEDIR SATURACIÓN DE OXÍGENO EN PERSONAS MAYORES

RAÚL FERRER PEÑA

CSEU La Salle – UAM; CS Entrevías, GAAP Madrid

SILVIA DI BONAVENTURA

*Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional,
Rehabilitación y Medicina Física, URJC*

JOSÉ VICENTE LEÓN HERNÁNDEZ

CSEU La Salle – UAM

AURORA MARÍA ARAUJO NARVÁEZ

Hospital Universitario Fundación Alcorcón

1. INTRODUCCIÓN

La monitorización de la saturación de oxígeno durante el ejercicio submáximo constituye una herramienta fundamental para la evaluación de la salud respiratoria en la población geriátrica. La saturación de oxígeno, definida como la medición de la cantidad de hemoglobina unida al oxígeno en comparación con la que hay sin unir (Campbell, 2017), representa un parámetro fisiológico crítico para el seguimiento clínico de los pacientes, especialmente en aquellos con patologías respiratorias o cardiovasculares.

La población geriátrica presenta una elevada prevalencia de enfermedades respiratorias como la gripe, la neumonía o la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC). En estos pacientes, la capacidad funcional y la oxigenación durante esfuerzos leves son marcadores clave de salud y pronóstico. Además, según Berraho (2013), la prevalencia de disnea en pacientes de 65 años en adelante se estima en un 21%, constituyendo un buen predictor global del estado de salud de los ancianos. En el caso de la EPOC, se estima una prevalencia del 20% al

25% en personas mayores de 70 años, con un impacto importante en la funcionalidad y en la supervivencia (Joshi P. R. (2024).

El Test de Marcha de 6 Minutos (TM6M) es una herramienta validada, sencilla y económica que permite valorar la tolerancia al esfuerzo y detectar posibles desaturaciones de oxígeno. Esta prueba evalúa de forma integrada la respuesta de los sistemas respiratorio, cardiovascular, metabólico y músculo-esquelético (Gochicoa-Rangel et al., 2015). Particularmente relevante es la detección de una caída mayor o igual al 4% en la saturación de oxígeno durante el primer minuto del test, fenómeno que se ha asociado con desaturación también en la vida diaria al iniciar cualquier actividad, especialmente en pacientes de edad avanzada y en pacientes con EPOC (Agarwal et al., 2023).

Tradicionalmente, la medición de la saturación de oxígeno se ha realizado mediante pulsioxímetros convencionales, dispositivos que utilizan la fotopletismografía para determinar el porcentaje de oxihemoglobina en relación con la hemoglobina total (Nitzan et al., 2014). Sin embargo, no todas las personas mayores tienen acceso a estos dispositivos clínicos o son capaces de utilizarlos correctamente. Además, la necesidad de monitorización continua en entornos no clínicos ha impulsado el desarrollo de nuevas tecnologías que faciliten esta medición de forma accesible, no invasiva y automatizada.

1.1. TECNOLOGÍAS EMERGENTES Y OPORTUNIDADES EN IA

En este contexto, los sistemas basados en inteligencia artificial (IA) emergen como una alternativa prometedora. Particularmente, aquellos que utilizan el análisis fonorrespiratorio para estimar la saturación de oxígeno a partir de la capacidad para emitir un conteo en voz alta tras una inspiración profunda, derivados del test de Roth. Este test consiste en solicitar al paciente que, tras una inspiración profunda, cuente en voz alta hasta 30 lo más rápido posible, evaluando la relación entre la duración y calidad del habla con el nivel estimado de oxigenación (Chorin et al., 2016).

El sistema de IA objeto de este estudio, implementa el test de Roth mediante algoritmos de inteligencia artificial y procesamiento del lenguaje

natural. Este sistema evalúa el grado de disnea a través del nivel de saturación de oxígeno por medio de un mensaje de audio, ofreciendo una alternativa accesible, no invasiva y automatizada para la monitorización de la saturación de oxígeno, especialmente relevante en contextos donde no se dispone de pulsioxímetros convencionales.

1.2. MITOS SOBRE EL USO DE TECNOLOGÍA EN MAYORES

La adopción de tecnologías basadas en IA por parte de la población mayor ha estado históricamente limitada por diversas barreras percibidas, como la falta de familiaridad con la tecnología, preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad, y la percepción de que estas tecnologías son demasiado complejas o no están diseñadas pensando en sus necesidades. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que, cuando se diseñan adecuadamente y se proporciona el apoyo necesario, las personas mayores están dispuestas y son capaces de adoptar nuevas tecnologías que mejoren su calidad de vida.

Un estudio de Shandilya y Fan (2022) encontró que los adultos mayores mostraban entusiasmo por aprender y utilizar productos habilitados con IA, aunque carecían de vías de aprendizaje adecuadas. Además, expresaron preocupaciones cuando los productos superaban sus expectativas, invadían su privacidad o afectaban sus habilidades de toma de decisiones. Esto sugiere que, con un diseño centrado en el usuario y una educación adecuada, las tecnologías de IA pueden ser aceptadas y utilizadas eficazmente por la población geriátrica.

1.3. JUSTIFICACIÓN INSTITUCIONAL

El desarrollo e implementación de sistemas de IA accesibles y validados se alinea con el Plan de Acción de Atención Primaria 2022-2023 del Ministerio de Sanidad, que destaca como oportunidad estratégica el impulso de tecnologías que fortalezcan la autonomía de los pacientes y mejoren la accesibilidad a la atención, especialmente en poblaciones vulnerables como las personas mayores. En este marco, la validación de herramientas que permitan realizar cribados respiratorios en entornos domiciliarios adquiere especial relevancia para la sostenibilidad del sistema y la equidad en el acceso a cuidados.

Por todo ello, este estudio se propone analizar la fiabilidad de un sistema de inteligencia artificial basado en voz, comparado con la pulsioximetría convencional, durante la realización del TM6M en personas mayores institucionalizadas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la validez de criterio concurrente de un sistema de inteligencia artificial basado en análisis fonorrespiratorio para estimar la saturación de oxígeno durante el Test de Marcha de 6 Minutos (TM6M) en personas mayores institucionalizadas, utilizando la pulsioximetría de dedo como estándar de referencia.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el grado de correlación entre las mediciones de saturación de oxígeno obtenidas mediante el sistema de inteligencia artificial y las obtenidas mediante pulsioximetría en tres momentos del TM6M: basal, minuto 1 y final.
- Analizar la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP), valor predictivo negativo (VPN) y razón de verosimilitud positiva del sistema de inteligencia artificial para detectar una desaturación igual o superior al 4% en el primer minuto del TM6M.
- Explorar la factibilidad de uso del sistema como herramienta de cribado funcional en contextos domiciliarios o de atención comunitaria.

3. METODOLOGÍA

La metodología de este estudio ha sido diseñada y reportada siguiendo la guía STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) para estudios observacionales transversales (von Elm et al., 2007).

3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se llevó a cabo un estudio observacional de tipo transversal con el objetivo de evaluar la validez de criterio concurrente de un sistema de inteligencia artificial para la medición de la saturación de oxígeno durante el Test de Marcha de 6 Minutos (TM6M), en comparación con un pulsioxímetro convencional como estándar de referencia.

3.2. ÁMBITO Y PARTICIPANTES

Los participantes fueron seleccionados mediante muestreo por conveniencia en centros residenciales geriátricos y domicilios vinculados a servicios de fisioterapia comunitaria. Se incluyeron personas mayores de 65 años institucionalizadas o con seguimiento domiciliario, que comprendieran y aceptaran participar voluntariamente, firmando el consentimiento informado. Se excluyeron personas con deterioro cognitivo severo (Mini-Examen Cognoscitivo de Lobo < 23), afasia o patologías que impidieran realizar el TM6M.

3.3. INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTO

Se registraron mediciones de SpO₂% en tres momentos: en reposo (basal), al minuto 1 y al finalizar el TM6M. Se utilizaron simultáneamente:

Un pulsioxímetro de dedo (Beurer PO30), basado en fotopletismografía.

Un sistema de inteligencia artificial que aplica el test de Roth y analiza una grabación de voz para estimar la saturación mediante parámetros de fonorrespiración (Chorin et al., 2016).

El TM6M se realizó siguiendo las recomendaciones internacionales de estandarización de la prueba (Gochicoa-Rangel et al., 2015), en un pasillo llano de 30 metros, bajo supervisión de un fisioterapeuta. Se tomaron mediciones en las condiciones más constantes posibles y se controló la temperatura ambiental. Durante el test se permitió descansar si el participante lo solicitaba, registrándose dicha incidencia.

Variable principal:

La variable principal del estudio fue la saturación de oxígeno, medida en porcentaje (%), estimada mediante dos dispositivos distintos en tres

momentos durante el Test de Marcha de 6 Minutos (TM6M): en reposo (basal), al minuto 1 y al finalizar la prueba.

- **Dispositivo 1:** Pulsioxímetro de dedo Beurer® PO30, que utiliza tecnología de fotopletismografía.
- **Dispositivo 2:** Sistema de inteligencia artificial basado en análisis fonorrespiratorio a partir del test de Roth.

Para ambas mediciones, la saturación se registró simultáneamente y se utilizó como variable continua en el análisis correlacional.

Variable dependiente secundaria:

Se definió la presencia de desaturación significativa como una caída de ≥ 4 puntos porcentuales en la saturación de oxígeno al minuto 1 del TM6M con respecto al valor basal, medida por el pulsioxímetro de referencia. Esta definición se basa en literatura previa que asocia dicha caída con desaturación clínicamente relevante durante esfuerzos submáximos en personas mayores y pacientes con EPOC (Agarwal et al., 2023).

Variables de control:

Se consideraron como variables de control aquellas que podrían influir en los resultados de saturación o en la capacidad de emisión fonorrespiratoria durante el test:

- **Edad (años):** Variable continua registrada al momento de la inclusión. Se ha demostrado que la edad es un factor determinante en la función pulmonar y la respuesta a la marcha en ancianos (Berraho et al., 2013).
- **Sexo (hombre/mujer):** Variable categórica binaria, considerando posibles diferencias fisiológicas en la capacidad pulmonar y fonatoria.

Antecedentes respiratorios: Variable dicotómica (presencia/ausencia) determinada por historial clínico autoinformado o institucional. Incluye diagnósticos como EPOC, asma o infecciones pulmonares recurrentes.

- **Puntuación en el Mini-Examen Cognoscitivo de Lobo (MEC):** Escala de cribado cognitivo adaptada del Mini-Mental State Examination (MMSE) validada en población española. Se recogió para valorar posibles interferencias cognitivas en la comprensión y ejecución del test de Roth. Se incluyeron únicamente participantes con puntuaciones superiores a 23/35, límite clínico de deterioro cognitivo leve.
- **Necesidad de descanso durante el TM6M:** Variable categórica binaria (sí/no) que refleja si el participante necesitó detenerse durante la prueba. Se incluyó para controlar el nivel de esfuerzo real.
- **Uso de ayudas técnicas para la marcha:** Variable binaria (sí/no) que recoge el uso de bastones, andadores u otros dispositivos de apoyo durante la prueba, los cuales pueden influir en la capacidad de esfuerzo y fonación.

Procedimiento de medición:

La recogida de datos se realizó siguiendo un protocolo estructurado y homogéneo para todos los participantes, con el objetivo de garantizar la comparabilidad y la validez interna de los resultados. El procedimiento completo constó de las siguientes fases (Figura 1):

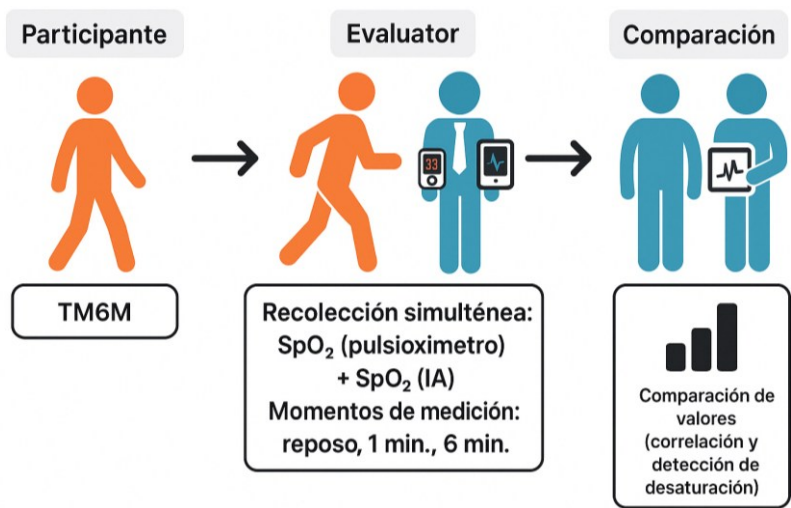
En primer lugar, cada participante fue informado verbalmente del propósito del estudio y del procedimiento de evaluación, resolviendo cualquier duda antes de iniciar la prueba. Tras la firma del consentimiento informado, se verificaron los criterios de inclusión y se registraron los datos sociodemográficos y clínicos básicos, incluyendo edad, sexo, antecedentes respiratorios, puntuación en el Mini-Examen Cognoscitivo de Lobo (MEC), necesidad o no de ayuda técnica para la marcha y presencia de descansos durante la prueba.

A continuación, se procedió a la realización del Test de Marcha de 6 Minutos (TM6M), siguiendo las recomendaciones de estandarización publicadas por Gochicoa-Rangel et al. (2015). El test se realizó en un pasillo de longitud conocida, en condiciones ambientales adecuadas y con supervisión continua por parte del equipo investigador.

Durante el TM6M se realizaron tres mediciones de saturación de oxígeno: una antes del inicio de la marcha (valor basal), una exactamente al finalizar el primer minuto de marcha y una inmediatamente al término de los seis minutos. En cada uno de estos momentos, la saturación fue medida de forma simultánea utilizando dos dispositivos:

Por un lado, se empleó un pulsioxímetro de dedo Beurer® PO30, considerado el método estándar de referencia en este estudio. Este dispositivo fue colocado en el dedo índice de la mano no dominante del participante, asegurando una lectura estable y sin interferencias externas. Por otro lado, se utilizó el sistema de inteligencia artificial evaluado, que implementa un análisis fonorrespiratorio automatizado a partir del test de Roth. Para ello, tras una inspiración profunda, se solicitó al participante que contara en voz alta del 1 al 30, lo más rápido posible y sin pausas. El audio resultante fue grabado por el dispositivo y procesado automáticamente por el sistema, generando una estimación de la saturación de oxígeno en cada uno de los tres momentos.

FIGURA 1. Esquema del procedimiento de medición durante el estudio



Fuente: Elaboración propia

Durante toda la prueba, los participantes estuvieron acompañados por personal investigador que registró si era necesario interrumpir la

marcha, si se requería apoyo físico adicional, o si surgía alguna incidencia durante la evaluación. Se tomaron notas sobre posibles interferencias, fatiga percibida o dificultades para seguir las instrucciones.

Al finalizar la prueba, los datos recogidos fueron almacenados de forma codificada y segura, garantizando la confidencialidad de la información personal de los participantes. Las grabaciones de voz fueron procesadas únicamente con fines analíticos y no se conservaron tras la finalización del análisis.

Detalle del Procedimiento técnico del sistema de IA basado en análisis fonorrespiratorio

El sistema de inteligencia artificial evaluado implementa una versión digital automatizada del test de Roth, diseñado para estimar de forma no invasiva la saturación de oxígeno (SpO_2) a partir del análisis de voz en pacientes geriátricos. Este análisis se centra en el rendimiento fonorrespiratorio tras una inspiración profunda sostenida, con énfasis en la detección precisa del momento en que el paciente requiere volver a respirar.

a) Registro de audio y condiciones de prueba

Tras una inspiración máxima, el participante fue instruido para contar en voz alta desde 1 hasta 30, lo más rápido posible y sin pausas, mientras el sistema grababa el audio mediante un micrófono integrado. Las grabaciones se realizaron en formato.wav, con frecuencia de muestreo de 16 kHz y resolución de 16 bits.

b) Identificación de respiraciones mediante Transformada de Mel

El procesamiento principal de la señal de audio se basó en la Transformada de Mel, que convierte la señal en un espectrograma perceptivo, simulando la forma en que el oído humano detecta frecuencias. A diferencia de los métodos convencionales de análisis por energía, este sistema fue específicamente entrenado para detectar patrones de respiración intercalados entre el conteo numérico.

Para ello, el algoritmo fue alimentado con una base de datos de más de 18.000 audios etiquetados de respiraciones humanas, lo que permitió

entrenar un modelo capaz de identificar con alta precisión el momento en que se produce un evento respiratorio (es decir, cuando el paciente necesita volver a inspirar) (Figura 2).

Este evento de respiración detectado representa el punto de corte del test de Roth, y determina el grado de tolerancia fonorrespiratoria del participante.

c) Transcripción automática del conteo

Simultáneamente, el sistema empleó un módulo de reconocimiento automático de voz (ASR) entrenado específicamente para secuencias numéricas del 1 al 30 en castellano, con distintas entonaciones y velocidades. Este módulo permitió transcribir automáticamente la cuenta realizada y registrar el último número alcanzado antes de la interrupción respiratoria.

d) Clasificación funcional en tres niveles

El sistema combina el análisis acústico y la transcripción para clasificar el rendimiento fonorrespiratorio en tres niveles clínicos orientativos:

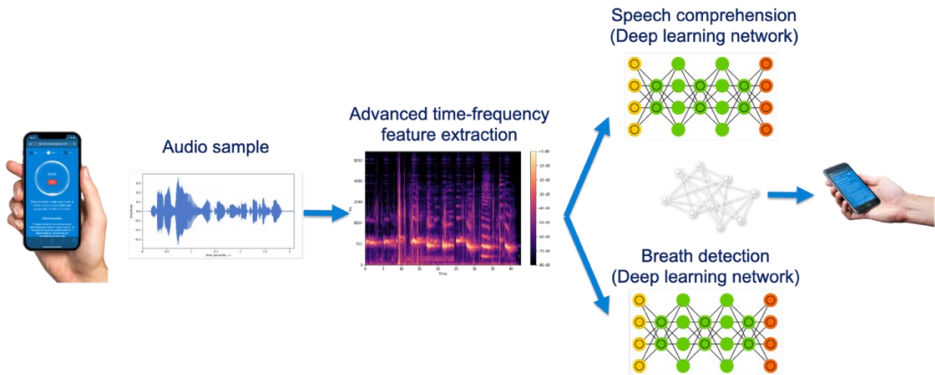
- Nivel 1 – Rendimiento alto (baja probabilidad de hipoxemia):
 - Conteo completo hasta 30 sin interrupción.
 - Duración total ≥ 7 segundos.
 - Sin pausas ni anomalías en la emisión.
- Nivel 2 – Rendimiento moderado (sospecha de desaturación):
 - Conteo entre 12 y 29.
 - Duración total entre 5–6,9 segundos.
 - Presencia de leve irregularidad o esfuerzo fonatorio.
- Nivel 3 – Rendimiento bajo (alta probabilidad de hipoxemia):
 - Conteo <12 números o duración <5 segundos.
 - Respiración detectada precozmente.
 - Pausas, voz entrecortada o imposibilidad de terminar.

Esta clasificación está basada en los estudios originales sobre el test de Roth y adaptaciones re-cientes en contextos clínicos de evaluación rápida de la disnea (Chorin et al., 2016; Ten Broeke et al., 2021).

e) Estimación final de SpO₂

Los parámetros extraídos del análisis fonorrespiratorio (conteo, duración, patrón respiratorio) se integran en un modelo de red neuronal multicapa, previamente calibrado frente a mediciones reales de pulsioximetría. Este modelo genera una estimación final de SpO₂ en porcentaje, que fue comparada directamente con la medición del pulsioxímetro convencional.

FIGURA 2. *Procedimiento de extracción del dato en el sistema de IA*



Fuente: Elaboración propia

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de los datos se llevó a cabo mediante el software IBM SPSS Statistics®, versión 27.0 para Windows (IBM Corp., Armonk, NY, USA). En primer lugar, se evaluó la distribución de las variables cuantitativas mediante la prueba de Shapiro-Wilk, dado el tamaño reducido de la muestra y la naturaleza no paramétrica de algunos de los datos registrados. Esta prueba permitió determinar la adecuación al uso de métodos estadísticos no paramétricos para los análisis de correlación.

Para analizar la validez de criterio de tipo concurrente entre los valores de saturación de oxígeno obtenidos mediante el sistema de inteligencia

artificial y aquellos registrados por el pulsioxímetro convencional, se empleó el coeficiente de correlación de Spearman (ρ). Este coeficiente fue calculado para los tres momentos de medición: basal, al minuto 1 y al final del Test de Marcha de 6 Minutos. La interpretación de los coeficientes obtenidos se realizó siguiendo el criterio propuesto por Cohen, considerando como moderadas las correlaciones con valores entre 0,40 y 0,69, como fuertes aquellas entre 0,70 y 0,89, y como muy fuertes las superiores o iguales a 0,90.

Por otra parte, con el objetivo de valorar la capacidad del sistema de inteligencia artificial para detectar desaturaciones significativas, definidas operativamente como una caída igual o superior al 4% en la saturación al primer minuto del TM6M respecto al valor basal, se construyó una matriz de contingencia de dos por dos. A partir de dicha matriz se calcularon los principales parámetros diagnósticos: la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo, así como la razón de verosimilitud positiva (LR+). Estos indicadores permitieron estimar la utilidad del sistema como herramienta de cribado clínico.

En todos los análisis realizados se estableció un nivel de significación estadística de $p < 0,05$.

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Participaron un total de 45 personas mayores institucionalizadas, con una edad media de 77,6 años ($\pm 8,6$). El 64,4% eran mujeres ($n = 29$) y el 35,6% hombres ($n = 16$). La puntuación media del Mini-Examen Cognoscitivo fue de 26,1 puntos ($\pm 2,7$), y el 20% de los participantes presentaban diagnóstico previo de enfermedad respiratoria crónica (principalmente EPOC o asma leve). Un 24,4% de los sujetos requirió descanso durante el TM6M, y el 17,8% utilizó algún tipo de ayuda técnica para la marcha.

4.2. CORRELACIÓN ENTRE DISPOSITIVOS

Se obtuvieron mediciones de saturación en tres momentos del test (basal, minuto 1 y final), con valores correlacionados entre el pulsioxímetro de referencia y el sistema de inteligencia artificial.

Los resultados del coeficiente de correlación de Spearman fueron los siguientes:

- Momento basal: $\rho = 0,776$; $p < 0,001$
- Minuto 1: $\rho = 0,748$; $p < 0,001$
- Final del TM6M: $\rho = 0,731$; $p < 0,001$

Estas correlaciones se consideran fuertes según los criterios de Cohen (1988), lo que respalda la validez concurrente del sistema de IA respecto al estándar clínico.

4.3. DETECCIÓN DE DESATURACIÓN SIGNIFICATIVA

Cinco participantes (11,1%) experimentaron una desaturación $\geq 4\%$ entre el valor basal y el minuto 1 del TM6M.

La capacidad del sistema de IA para detectar este fenómeno mostró los siguientes resultados:

- Sensibilidad: 66,7%
- Especificidad: 76,9%
- Valor predictivo positivo (VPP): 44,4%
- Valor predictivo negativo (VPN): 93,8%

Razón de verosimilitud positiva (LR+): 2,89

Estos resultados indican que el sistema es especialmente útil para descartar la presencia de desaturación clínica relevante, aunque presenta limitaciones como herramienta confirmatoria.

4.4. OBSERVACIONES ADICIONALES

Se observó una buena adherencia al procedimiento, sin eventos adversos ni abandonos. La recogida de datos de voz y el análisis automatizado no presentaron errores técnicos, y todos los archivos fueron correctamente procesados por el sistema.

Los participantes expresaron buena tolerancia al procedimiento y facilidad para seguir las instrucciones, lo que refuerza la factibilidad del uso del sistema en contextos comunitarios.

5. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio respaldan la validez de criterio concurrente de un sistema de inteligencia artificial basado en análisis fonorrespiratorio para estimar la saturación de oxígeno en personas mayores durante el Test de Marcha de 6 Minutos (TM6M). La fuerte correlación observada en los tres momentos de medición con respecto a la pulsioximetría de dedo, considerada el estándar de referencia, permite considerar esta tecnología como una opción fiable en contextos donde el acceso a dispositivos clínicos convencionales esté limitado.

Los coeficientes de correlación superiores a 0,73 coinciden con estudios previos que han validado el test de Roth como indicador indirecto de hipoxemia (Chorin et al., 2016; Ten Broeke et al., 2021). Esta consistencia con la literatura refuerza el potencial de las tecnologías basadas en voz como alternativa de cribado respiratorio, especialmente en entornos domiciliarios, rurales o de teleasistencia.

La capacidad del sistema para detectar una desaturación significativa mostró una sensibilidad moderada (66,7%), pero una alta especificidad (76,9%) y un valor predictivo negativo elevado (93,8%). Estos valores son clínicamente relevantes, ya que permiten utilizar el sistema con seguridad para descartar pacientes sin riesgo de desaturación, reduciendo así la necesidad de exploraciones adicionales innecesarias. La LR+ de 2,89 indica una utilidad moderada como herramienta confirmatoria, aunque no sustitutiva.

Desde el punto de vista funcional, el hecho de que el sistema no requiera contacto físico ni dispositivos periféricos, y que pueda ser implementado en un entorno digital automatizado, lo convierte en una herramienta viable para la monitorización respiratoria remota en población geriátrica. Esto es especialmente relevante en el contexto pospandémico, donde la implementación de estrategias de salud digital accesibles y seguras se ha convertido en prioridad internacional (Clark et al., 2010).

Además, el alto nivel de tolerancia reportado por los participantes y la ausencia de errores técnicos refuerzan la viabilidad de uso del sistema en entornos comunitarios, y su potencial para ser incluido en programas de seguimiento domiciliario o de gestión de enfermedades crónicas.

Sin embargo, deben señalarse algunas limitaciones. El tamaño muestral fue reducido, con una baja prevalencia de casos positivos (desaturación $\geq 4\%$), lo cual puede haber afectado la estimación de sensibilidad y VPP. Asimismo, no se incluyó una medida complementaria del esfuerzo percibido (como la escala de Borg) ni un registro cualitativo de la experiencia del usuario, factores que habrían enriquecido la interpretación funcional del TM6M en este contexto.

Por último, aunque el sistema se mostró robusto en su desempeño, será necesario evaluar su rendimiento en muestras con mayor heterogeneidad clínica (p. ej., EPOC moderada-severa, insuficiencia cardíaca) y estudiar su integración en plataformas digitales que incluyan alertas clínicas o algoritmos de priorización.

6. CONCLUSIONES

El presente estudio demuestra que un sistema de inteligencia artificial basado en análisis fonorrespiratorio es capaz de estimar con precisión la saturación de oxígeno en personas mayores durante el Test de Marcha de 6 Minutos, mostrando una correlación fuerte y significativa con los valores obtenidos por pulsioximetría de dedo.

Aunque la sensibilidad del sistema para detectar desaturaciones significativas fue moderada, la alta especificidad y el valor predictivo negativo permiten considerarlo una herramienta útil para el cribado funcional respiratorio, especialmente en entornos con recursos limitados o en programas de telemonitorización.

Su carácter no invasivo, automatizado y accesible lo posiciona como una solución prometedora para reforzar la autonomía de los mayores y la vigilancia comunitaria, en consonancia con las estrategias actuales de salud digital y atención integrada.

Se recomienda ampliar la investigación a muestras más grandes y diversas, así como explorar mejoras en los algoritmos que incrementen su capacidad de detección, integrando además variables clínicas complementarias y experiencias de usuario que refuercen su utilidad práctica.

7. REFERENCIAS

- Agarwal, R., Handa, A., Aggarwal, A. N., Gupta, D., & Behera, D. (2023). Significance of oxygen desaturation during six-minute walk test in COPD patients. *Respiratory Medicine*, 178, 106642. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2023.106642>
- Berraho, M. (2013). Dyspnea: A strong independent factor for long-term mortality in the elderly. *Journal of Nutrition, Health & Aging*, 17(10), 908–912. <https://doi.org/10.1007/s12603-013-0347-6>
- Campbell, M. L. (2017). Dyspnea. *Critical Care Nursing Clinics of North America*, 29(4), 461–470. <https://doi.org/10.1016/j.cnc.2017.08.006>
- Chorin, E., Padegimas, A., Havakuk, O., Birati, E. Y., Shacham, Y., Milman, A., Topilsky, Y., Keren, G., Aviram, G., & Banai, S. (2016). Assessment of respiratory distress by the Roth score. *Clinical Cardiology*, 39(11), 636–640. <https://doi.org/10.1002/clc.22586>
- Clark, R. A., Inglis, S. C., McAlister, F. A., Cleland, J. G., & Stewart, S. (2010). Telemonitoring or structured telephone support programmes for patients with chronic heart failure: systematic review and meta-analysis. *BMJ*, 340, c2015. <https://doi.org/10.1136/bmj.c2015>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Gochicoa-Rangel, L., Mora-Romero, U., Guerrero-Zúñiga, S., Silva-Cerón, M., Cid-Juárez, S., Velázquez-Uncal, M., Durán-Cuéllar, A., Salas-Escamilla, I., Mejía-Alfaro, R., & Torre-Bouscoulet, L. (2015). Prueba de caminata de 6 minutos: recomendaciones y procedimientos. *Neumología y Cirugía de Tórax*, 74(2), 127–136.
- Lugger, M., & Yang, B. (2007). The relevance of voice quality features in speaker independent emotion recognition. *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, 4, 17–20. <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2007.366870>
- Nitzan, M., Romem, A., & Koppel, R. (2014). Pulse oximetry: Fundamentals and technology update. *Medical Devices: Evidence and Research*, 7(1), 231–239. <https://doi.org/10.2147/MDER.S47319>

- Panayotov, V., Chen, G., Povey, D., & Khudanpur, S. (2015). Librispeech: An ASR corpus based on public domain audio books. 2015 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 5206–5210. <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2015.7178964>
- Pipek, L. Z., Nascimento, R. F. V., Acencio, M. M. P., & Teixeira, L. R. (2021). Comparison of SpO₂ and heart rate values on Apple Watch and conventional commercial oximeters devices in patients with lung disease. *Scientific Reports*, 11(1), 18901. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98453-3>
- Sainath, T. N., Weiss, R. J., Senior, A., Wilson, K. W., & Vinyals, O. (2015). Learning the speech front-end with raw waveform CLDNNs. *Proc. Interspeech*, 1–5. <https://research.google/pubs/archive/43215.pdf>
- Ten Broeke, C. E. M., Brouwer, A. F., Paans, W., & Navis, G. (2021). The Roth score as a triage tool for detecting hypoxaemia in COVID-19 patients: A retrospective cohort study. *PLOS ONE*, 16(10), e0258366. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258366>
- von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Gøtzsche, P. C., & Vandenbroucke, J. P. (2007). The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: Guidelines for reporting observational studies. *International Journal of Surgery*, 12(12), 1495–1499. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2014.07.013>

EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE BODYPUMP SOBRE LA INDEPENDENCIA FUNCIONAL EN ADULTOS MAYORES DE 55 AÑOS

MANUEL JESÚS RODRÍGUEZ CHAVARRÍA
Universidad de Extremadura

MANUEL CHAVARRÍAS OLMEDO
Escuela Universitaria de Osuna

FRANCISCO RODRÍGUEZ GALLARDO
Escuela Universitaria de Osuna

1. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento y el sedentarismo se asocian a una disminución de la función muscular y de la capacidad cardiorrespiratoria, lo que se traduce en un deterioro de la capacidad para realizar actividades cotidianas y mantener un funcionamiento independiente. En consecuencia, mantener la independencia funcional en la edad adulta mayor depende en gran medida de una buena condición física, especialmente del mantenimiento de la fuerza muscular y la resistencia cardiorrespiratoria (Izquierdo y cols., 2021). La evidencia muestra que estos componentes son determinantes en la capacidad de realizar actividades básicas de la vida diaria, como levantarse de una silla, subir escaleras, caminar o mantener el equilibrio (Rikli & Jones, 2013). Cuando estas capacidades disminuyen, aumenta significativamente el riesgo de dependencia, caídas y deterioro de la calidad de vida (Bean y cols., 2010). La disminución progresiva de la fuerza y la resistencia es uno de los mayores desafíos asociados al envejecimiento, ya que repercute de forma directa en la pérdida de autonomía, limitando la capacidad para realizar tareas cotidianas sin ayuda y aumentando la probabilidad de desarrollar fragilidad y discapacidad (Carrick-Ranson y cols., 2022).

En este contexto, los programas de ejercicio físico orientados al desarrollo y mantenimiento de la fuerza y la resistencia adquieren un papel fundamental en las estrategias de envejecimiento activo y prevención de la fragilidad. La actividad física no solo permite conservar la masa muscular y mejorar la eficiencia cardiovascular, sino que también favorece la movilidad general, la estabilidad postural y la capacidad de respuesta ante imprevistos, aspectos clave para la seguridad y la independencia en la vida diaria. De hecho, diversas investigaciones han señalado que el entrenamiento de fuerza no solo es seguro en poblaciones mayores, sino que resulta esencial para preservar la funcionalidad, prevenir el deterioro físico y mejorar la percepción de bienestar y autonomía (Fragala y cols., 2019; Liu & Latham, 2009). La evidencia también muestra que la práctica regular de actividad física tiene un impacto positivo sobre la calidad de vida, promoviendo mejoras en el estado de ánimo, la percepción de autonomía y la satisfacción personal (Paterson & Warburton, 2010). Estos beneficios van más allá de la dimensión física y contribuyen a mantener un estilo de vida activo y saludable en la vejez, promoviendo la participación social y reduciendo el aislamiento.

A pesar de los beneficios bien documentados del ejercicio físico en personas mayores, muchos programas tradicionales presentan limitaciones en cuanto a su capacidad de motivar y mantener la participación a largo plazo. El ejercicio debe ser seguro y efectivo, pero también atractivo y adaptado a las características de cada individuo, para evitar la deserción y fomentar la adherencia sostenida (Rhodes y cols., 2009). En este sentido, es fundamental explorar modalidades de entrenamiento que no solo mejoren parámetros fisiológicos, sino que también generen un entorno positivo, estimulante y socialmente enriquecedor, el cual favorezca la continuidad de la práctica en el tiempo.

Una de estas modalidades con potencial para promover la adherencia al ejercicio en adultos mayores es el Bodypump. Esta disciplina se presenta como una propuesta innovadora que combina aspectos físicos, emocionales y sociales que pueden incrementar el compromiso del participante. El Bodypump es una modalidad de clase colectiva de fitness basada en ejercicios de tonificación y acondicionamiento físico con pesas ligeras, estructurados a través de una secuencia musical que guía el ritmo y la duración de cada bloque de trabajo. Esta combinación de

carga externa moderada, repeticiones elevadas y acompañamiento musical convierte al Boddypump en una herramienta versátil, especialmente atractiva para personas que buscan ejercitarse en un entorno dinámico y grupal. Su formato permite estructurar el trabajo por grupos musculares, lo que facilita la planificación del esfuerzo y la progresión individual. La flexibilidad del programa permite ajustar las cargas y las opciones de movimiento, lo que posibilita su adaptación a distintos niveles de capacidad física y hace que el entrenamiento sea accesible a una amplia variedad de participantes (Oliveira y cols., 2009).

Al centrarse en un mayor número de repeticiones con cargas moderadas, esta modalidad resulta especialmente atractiva para personas mayores, quienes la perciben como una opción más accesible y menos intimidante en comparación con los entrenamientos de fuerza convencionales que emplean cargas elevadas y bajo (Petersen y cols., 2017). En el caso de los adultos mayores, este tipo de actividad puede representar una alternativa eficaz y motivadora para mejorar su condición física, ya que combina los beneficios del entrenamiento de fuerza-resistencia con un entorno socialmente enriquecedor, ambos factores relevantes para mantener la participación y la adherencia a largo plazo. La música, el acompañamiento del instructor y la sensación de formar parte de un grupo contribuyen a generar una experiencia positiva que puede aumentar la motivación intrínseca y la percepción de autoeficacia. Este aspecto es especialmente importante en personas mayores, para quienes el componente social y el disfrute percibido son determinantes en la decisión de continuar o abandonar un programa de ejercicio (Rodrigues y cols., 2021).

No obstante, la aplicación del Boddypump en esta población ha sido poco explorada desde una perspectiva funcional, por lo que se considera pertinente investigar su impacto en indicadores clave como la fuerza, la resistencia cardiorrespiratoria y la agilidad, en relación directa con la independencia funcional.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio fue analizar la efectividad de un programa de Boddypump (BP) sobre la independencia funcional en personas mayores de 55 años. Para ello, se analizaron tres componentes clave de

la condición física directamente relacionados con la funcionalidad en esta población: la fuerza muscular, la resistencia cardiorrespiratoria y la agilidad. Esto es esencial para determinar la viabilidad y eficacia del Bodypump como modalidad de entrenamiento dentro de programas de envejecimiento activo, y para ofrecer alternativas que respondan a las necesidades de una población cada vez más envejecida y diversa.

3. METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló bajo un diseño de ensayo controlado aleatorizado, con el objetivo de analizar los efectos de un programa de Bodypump sobre la independencia funcional en adultos mayores de 55 años. La muestra estuvo compuesta por un total de 32 participantes que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión; tener 55 años o más, estar en condiciones de participar en actividad física moderada según la valoración médica, y no estar realizando programas de entrenamiento estructurado previos. Los participantes fueron asignados de forma aleatoria a dos grupos: un grupo control (CO) y un grupo experimental (BP). El grupo control ($n=16$; edad media: $65,6 \pm 7,7$ años) no realizó ningún tipo de actividad física adicional a la que ya llevaban a cabo en su vida cotidiana. Por su parte, el grupo experimental ($n=16$; edad media: $64,1 \pm 5,0$ años) participó en un programa de Bodypump adaptado durante ocho semanas, con una frecuencia de tres sesiones semanales de 45 minutos de duración.

El programa de Bodypump fue impartido por un instructor certificado con amplia experiencia en el trabajo con adultos mayores. Cada sesión se estructuró en una serie de bloques musicales (tracks), donde se trabajaban de manera específica los principales grupos musculares: piernas, pectoral, espalda, hombros, brazos y core. La secuencia de ejercicios se diseñó respetando las directrices del programa oficial de Bodypump, adaptando las cargas y las opciones de movimiento a las capacidades de los participantes. Se permitió la autorregulación de las cargas por parte de los participantes, lo cual implicó que cada persona ajustara el peso utilizado en los diferentes ejercicios, tanto con barra como con mancuernas, en función de sus sensaciones físicas y del esfuerzo percibido. Esta

estrategia no solo favoreció la seguridad individual durante las sesiones, sino que también permitió adaptar el entrenamiento a la diversidad de capacidades presentes en el grupo, algo especialmente relevante en poblaciones mayores. Para facilitar este proceso, durante el calentamiento inicial que incluía la mayoría de los movimientos que se realizarían posteriormente en los diferentes bloques o tracks de la sesión, se brindó a los participantes una oportunidad de experimentar la carga de trabajo con una intensidad baja o moderada. A partir de ahí, y con el acompañamiento del instructor, se les animó a realizar los ajustes necesarios para adecuar la carga a sus sensaciones individuales.

Como herramienta práctica para orientar esta autorregulación, se introdujo la escala de percepción subjetiva del esfuerzo de Borg, una herramienta validada y ampliamente utilizada tanto en investigación como en la práctica clínica y deportiva (Shariat y cols., 2018). Esta escala permite al participante valorar su nivel de esfuerzo durante la actividad física en una escala que va del 6 al 20, donde 6 representa un esfuerzo muy ligero (por ejemplo, estar sentado tranquilamente) y 20 corresponde a un esfuerzo máximo, equivalente a la sensación de fatiga extrema. En este estudio, se recomendó mantener la intensidad del esfuerzo percibido dentro de un rango considerado moderado a algo intenso, en torno a valores de 13 a 15 en la escala, lo cual corresponde a una sensación de trabajo “algo duro” pero sostenible (Scherr y cols., 2013).

El uso de esta escala fue explicado por el instructor antes de iniciar el programa, y se reforzó durante las primeras sesiones para asegurar su correcta aplicación. De esta manera, los participantes pudieron tomar decisiones informadas sobre el aumento o la reducción de peso en función de sus propias sensaciones, sin necesidad de mediciones objetivas más complejas, lo que resultó especialmente útil en un entorno grupal con personas mayores de diferentes niveles de experiencia. Esta estrategia no solo facilitó la individualización del estímulo, sino que además promovió la autonomía, el autocontrol y la toma de conciencia corporal por parte de los participantes, factores clave para fomentar una experiencia positiva y segura en la práctica del ejercicio físico.

Asimismo, el instructor proporcionó indicaciones específicas en cada bloque de trabajo, orientando sobre cómo adaptar la carga en función del

grupo muscular implicado y del nivel de fatiga acumulado. Por ejemplo, se ofrecían pautas como aumentar la carga respecto al calentamiento en ejercicios de piernas, o reducirla en ejercicios más exigentes para la zona del tren superior, como el press de pectoral, press de hombros, remo con barra o curl de bíceps con barra entre otros. Todo este proceso de ajuste continuo, basado en la percepción individual del esfuerzo, fue clave para garantizar la seguridad, la progresión adecuada y la correcta ejecución técnica de los movimientos durante las sesiones de Bodypump.

La intervención tuvo una duración total de ocho semanas, tiempo durante el cual se monitorizó la asistencia y se realizó un seguimiento continuo de la adaptación de los participantes a la dinámica de las sesiones. Antes y después del período de intervención, todos los participantes realizaron una evaluación funcional mediante cuatro pruebas para medir fuerza de miembros superiores e inferiores, condición cardiorrespiratoria y agilidad y equilibrio que forman parte de la batería de pruebas del Senior Fitness Test (Rikli & Jones, 2012), que permite medir de forma integral la capacidad funcional en adultos mayores. Se seleccionaron cuatro pruebas clave de esta batería, el Chair Stand Test (CS), para valorar la fuerza de los miembros inferiores, el Arm Curl Test (AC), para medir la fuerza de los miembros superiores, el 2-Minute Step Test (2MS), como indicador de la resistencia cardiorrespiratoria y el 8-Foot Up and Go (8FUG), para evaluar la agilidad y el equilibrio dinámico.

Todas las pruebas fueron administradas siguiendo el protocolo estandarizado de Rikli y Jones, en condiciones homogéneas de espacio, tiempo y material, y con las mismas instrucciones para todos los participantes. Previamente a la medición formal, se realizó una sesión específica de familiarización con la batería de test funcionales, con el objetivo de garantizar que todos los participantes comprendieran correctamente las instrucciones y se sintieran seguros en la ejecución de cada prueba. Esta sesión permitió resolver dudas, estandarizar la técnica y minimizar posibles efectos de aprendizaje que pudieran influir en los resultados posteriores. Los datos obtenidos pre y post intervención fueron registrados para su análisis posterior.

Para analizar las diferencias entre grupos, se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes, tras comprobar con la prueba de Levene si las varianzas eran iguales. En todos los casos se consideró una diferencia significativa cuando $p < 0,05$.

4. RESULTADOS

Tras el análisis de los datos obtenidos antes y después de la intervención, se observaron mejoras significativas en el grupo Boddypump (BP) en todas las pruebas funcionales realizadas, mientras que el grupo control (CO) no presentó cambios estadísticamente significativos en ninguna de ellas. Estos resultados indican una clara influencia positiva del programa de Boddypump sobre la condición física y la independencia funcional de los adultos mayores participantes.

En detalle, los resultados para la prueba de fuerza de miembros inferiores, evaluada mediante el Chair Stand Test (CS), mostraron una media de $15,25 \pm 2,04$ repeticiones en el pretest y $19,37 \pm 2,75$ en el posttest para el grupo Boddypump (BP), lo que representa una mejora del $27,31 \pm 9,84\%$. Este incremento fue estadísticamente significativo, con una diferencia media de mejora del $25 \pm 2,7\%$ respecto al grupo control (CO). En este último, las repeticiones aumentaron de $15,69 \pm 3,24$ a $16,06 \pm 3,41$, lo que supone una mejora del $2,23 \pm 4,76\%$. Esta ganancia es especialmente relevante, ya que la fuerza de las piernas es fundamental para realizar tareas cotidianas como levantarse de una silla, subir escaleras o mantener el equilibrio al caminar. Por tanto, la mejora observada se traduce en un aumento tangible de la capacidad funcional y de la autonomía diaria de los participantes.

En cuanto a la fuerza de miembros superiores, medida mediante el Arm Curl Test (AC), el grupo BP pasó de una media de $19,38 \pm 2,15$ repeticiones en el pretest a $23,50 \pm 2,16$ en el posttest, con un incremento del $21,97 \pm 10,66\%$. La diferencia media de mejora frente al grupo control fue del $18,1 \pm 3,0\%$. Por su parte, el grupo CO experimentó un aumento más modesto, pasando de $19,63 \pm 3,81$ a $20,31 \pm 3,66$ repeticiones, con una mejora del $3,91 \pm 5,12\%$. Esta ganancia en la fuerza de brazos se asocia a una mayor capacidad para realizar actividades diarias como cargar objetos, abrir puertas o mantener la estabilidad al caminar con ayuda. La estructura del Boddypump, que incluye ejercicios como press de pectoral, remo o curl de bíceps, parece haber contribuido de forma eficaz a esta mejora.

Respecto a la resistencia cardiorrespiratoria, evaluada con el 2-Minute Step Test (2MS), el grupo BP mejoró de $90,88 \pm 15,91$ a $106,69 \pm 13,15$

repeticiones, lo que supone un aumento del $19,31 \pm 16,52\%$, con una diferencia media de mejora del $18,2 \pm 4,2\%$ frente al grupo CO. En este último, las repeticiones pasaron de $90,75 \pm 13,60$ a $91,69 \pm 13,24$, con un incremento del $1,12 \pm 1,75\%$. Esta prueba refleja la capacidad aeróbica funcional, clave para caminar distancias medias o subir escaleras sin fatiga. Los resultados sugieren que, aunque el Bodypump no es un entrenamiento puramente cardiovascular, su naturaleza dinámica y continua promueve una mejora significativa en la resistencia general.

Finalmente, en lo relativo a la agilidad y el equilibrio dinámico, evaluados mediante el 8-Foot Up and Go Test (8FUG), el grupo BP redujo su tiempo de ejecución de $7,91 \pm 0,97$ segundos en el pretest a $7,28 \pm 0,94$ en el posttest, con una mejora del $-8,01 \pm 2,15\%$. Se observó una diferencia media de mejora del $-7,2 \pm 0,8\%$ en comparación con el grupo CO, cuyo tiempo descendió ligeramente de $6,79 \pm 1,06$ a $6,74 \pm 1,07$ segundos, con un cambio del $-0,75 \pm 2,56\%$. Esta reducción en el tiempo refleja una mejora clara en la movilidad, la coordinación y la estabilidad, aspectos fundamentales para la prevención de caídas y la seguridad funcional en la vida cotidiana.

TABLA 1. Incremento pre-post por grupos y pruebas funcionales.

Prueba funcional	Grupo	Media Δ (%) $\pm$ DE	Diferencia de Medias
8-Foot Up and Go Test	BP	$-8,01 \pm 2,15^*$	$-7,2 \pm 0,84^\#$
	CO	$-7,75 \pm 2,56$	
Chair Stand Test	BP	$27,31 \pm 9,84^*$	$25,08 \pm 2,73^\#$
	CO	$2,23 \pm 4,76$	
Arm Curl Test	BP	$21,97 \pm 10,66^*$	$18,07 \pm 2,96^\#$
	CO	$3,91 \pm 5,12$	
2-Minute Step Test	BP	$19,31 \pm 16,52^*$	$18,19 \pm 4,15^\#$
	CO	$1,12 \pm 1,75$	

Δ : Incremento; DE: Desviación estándar; * Diferencia significativa intragrupal pre-post ($p < 0,05$); # Diferencia significativa intergrupal ($p < 0,05$)

Fuente: elaboración propia

En conjunto, los análisis estadísticos realizados confirmaron que las diferencias observadas entre el grupo BP y el grupo CO fueron estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en las cuatro pruebas del Senior

Fitness Test aplicadas. Estos resultados no solo muestran mejoras a nivel cuantitativo, sino que reflejan cambios con impacto directo en la vida cotidiana de los participantes, ya que las pruebas seleccionadas están diseñadas específicamente para evaluar habilidades funcionales relevantes en el contexto de la autonomía personal en adultos mayores.

Además, es importante destacar que la mejora en todas las pruebas funcionales en el grupo BP se alcanzó tras únicamente ocho semanas de intervención, lo que indica que incluso programas de ejercicio relativamente breves, si están bien estructurados y adaptados a la población, pueden generar beneficios significativos en la condición física y funcionalidad de los adultos mayores. Estos hallazgos refuerzan la idea de que la inclusión de programas de entrenamiento como el Bodypump puede ser una estrategia eficaz no solo para mejorar el rendimiento físico, sino también para prevenir la dependencia y mejorar la calidad de vida en este grupo de población.

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio refuerzan la eficacia del programa de Bodypump como herramienta de intervención para mejorar la capacidad funcional en adultos mayores. Las mejoras observadas en fuerza, resistencia y agilidad sugieren que este tipo de entrenamiento no solo es seguro, sino también eficaz para potenciar componentes clave de la condición física general, aspectos directamente relacionados con la independencia funcional en la vejez. Estos hallazgos coinciden con la literatura existente, que destaca la importancia del entrenamiento de fuerza-resistencia en la prevención de la discapacidad y la promoción de la autonomía (Fragala et al., 2019; Liu & Latham, 2009). La mejora significativa en las pruebas del Senior Fitness Test confirma que el programa de Bodypump es capaz de generar cambios positivos en indicadores funcionales con un impacto en la calidad de vida de los adultos mayores.

Contrastando estos resultados con la literatura reciente, el entrenamiento aeróbico, de resistencia y combinado producen mejoras en los síntomas depresivos de los adultos mayores, así como en la calidad de vida, la fuerza muscular y la masa corporal (Mahmoudi y cols., 2022). En cuanto

al volumen de entrenamiento de fuerza y resistencia en esta población, estudios que hablan sobre el efecto de la fuerza y el tamaño muscular, la calidad muscular y la capacidad funcional (Marques y cols., 2023), sugieren que múltiples series por ejercicio generan mayores mejoras en fuerza y calidad muscular en extremidades inferiores en adultos de mediana y avanzada edad, aunque la diferencia es pequeña comparada con una sola serie. Sin embargo, una sola serie por ejercicio, es suficiente para mejorar fuerza, tamaño muscular y capacidad funcional en extremidades superiores. La recomendación final que aportan es que se necesitan más ensayos clínicos de alta calidad para consolidar esta evidencia. Estos hallazgos respaldan indirectamente el enfoque del programa Bodepump, que, al incorporar múltiples repeticiones continuadas por grupo muscular durante cada track, estaría proporcionando un volumen de entrenamiento comparable al de múltiples series, especialmente efectivo para estimular ganancias de fuerza en las extremidades inferiores, gracias a los ejercicios como sentadillas, zancadas o peso muerto. Esto podría explicar, en parte, las mejoras observadas en las pruebas funcionales como el Chair Stand Test en nuestro estudio. Además, el volumen moderado aplicado a los grupos musculares del tren superior también sería suficiente, según estos resultados, para inducir mejoras en fuerza y funcionalidad, como se refleja en los resultados del Arm Curl Test.

Además de los beneficios observados a nivel funcional, cabe señalar que el Bodepump ha demostrado ser también eficaz para mejorar dimensiones psicológicas y cognitivas, como evidencia un estudio reciente en adultos de mediana edad (Mirzaei & Jalilvand, 2023). En dicha investigación, un programa de Bodepump de ocho semanas, con una frecuencia y estructura similares a la empleada en nuestro estudio, produjo mejoras significativas en variables como la memoria de trabajo, la fortaleza mental y el bienestar psicológico. Estos resultados refuerzan la idea de que el Bodepump, por su formato dinámico, dirigido y motivador, puede actuar como una herramienta integral que no solo mejora la capacidad física, sino que también favorece aspectos mentales y emocionales clave para el envejecimiento saludable.

Aunque nuestro trabajo no evaluó directamente el impacto psicológico o cognitivo, sí se observó una alta adherencia y una buena aceptación de la

actividad por parte de los participantes mayores, lo cual podría estar mediado por los mismos factores que en el estudio mencionado: la estructura grupal, la música, el acompañamiento del instructor y la sensación de logro. Esto sugiere que el Bodeypump no solo es un medio eficaz para mejorar la independencia funcional, sino que también tiene potencial como estrategia para promover el estado general de salud en adultos mayores.

El incremento en la fuerza muscular de miembros inferiores y superiores es especialmente relevante, ya que la fuerza es uno de los factores determinantes para realizar actividades cotidianas como levantarse de una silla, cargar objetos, subir escaleras o caminar con seguridad. El hecho de que Bodeypump, una actividad tradicionalmente orientada al público general, haya demostrado generar mejoras significativas en la fuerza de este grupo es un argumento sólido para considerar su inclusión dentro de programas de ejercicio adaptados a mayores.

En cuanto a la resistencia cardiorrespiratoria, la mejora observada en el test de 2-Minute Step Test (18,2%) es un resultado relevante, ya que este componente está directamente vinculado con la capacidad de realizar esfuerzos prolongados sin fatiga, lo que se traduce en una mayor capacidad para afrontar tareas diarias y mantener un estilo de vida activo. Aunque Bodeypump no es un programa estrictamente cardiovascular, su formato dinámico y la estructura de tracks encadenados favorecen un estímulo aeróbico secundario, lo que puede explicar la mejora en este parámetro. Este hallazgo es coherente con estudios que han demostrado que programas de fuerza-resistencia pueden generar mejoras mixtas en fuerza y capacidad aeróbica en personas mayores (Cadore & Izquierdo, 2013).

Por otro lado, la mejora en la agilidad y el equilibrio dinámico, reflejada en la prueba 8-Foot Up and Go, es especialmente destacable, ya que estas capacidades son fundamentales para prevenir caídas, uno de los mayores riesgos de deterioro físico en adultos mayores (Sherrington y cols., 2017). La reducción del tiempo en esta prueba sugiere una mejora en la capacidad de moverse con mayor seguridad y control, lo que tiene una repercusión directa en la prevención de accidentes domésticos y en la confianza percibida para realizar tareas de la vida diaria.

Un aspecto importante a considerar es el formato grupal y coreografiado del Bodeypump, que combina el trabajo físico con un componente social y motivacional que puede favorecer la adherencia al programa. La música, la guía del instructor y la sensación de pertenencia a un grupo son factores que, según la literatura, aumentan la satisfacción y la probabilidad de mantener la práctica a largo plazo (Killingback y cols., 2017). Siendo así el formato del Bodeypump bien aceptado y percibido como una actividad atractiva y viable para adultos mayores.

Cabe destacar que la intervención tuvo una duración relativamente breve (ocho semanas), lo que resalta el potencial de obtener mejoras funcionales en un período corto. Sin embargo, se plantea la necesidad de futuras investigaciones que evalúen los efectos a largo plazo y la sostenibilidad de estos resultados en el tiempo. Asimismo, sería interesante incorporar en estudios posteriores la medición de variables psicosociales como la motivación, la calidad de vida percibida y la autoeficacia, para comprender de manera más integral el impacto de programas como Bodeypump en el bienestar general de las personas mayores.

En resumen, los hallazgos de este estudio refuerzan la idea de que el entrenamiento de fuerza-resistencia mediante Bodeypump no solo es seguro, sino que también es una modalidad eficaz para mejorar la capacidad funcional en adultos mayores. Sus beneficios sobre la fuerza, la resistencia y la agilidad contribuyen directamente a la preservación de la independencia funcional, lo que a su vez tiene un impacto potencial en la calidad de vida, la autonomía y la prevención de la dependencia en este grupo de población.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio respaldan la eficacia del Bodeypump como una modalidad de ejercicio adaptada capaz de generar mejoras significativas en la condición física de adultos mayores. En concreto, se observaron progresos notables en la fuerza de miembros superiores e inferiores, la resistencia cardiorrespiratoria y la agilidad, todas ellas cualidades estrechamente relacionadas con la independencia

funcional y la capacidad de realizar actividades básicas de la vida diaria de forma autónoma (Rikli & Jones, 2013).

Estas evidencias refuerzan la importancia de considerar enfoques de entrenamiento que vayan más allá de las propuestas tradicionales, como la caminata o los ejercicios en máquinas, e integren actividades grupales, estructuradas y motivadoras que fomenten la participación sostenida. El Bodypump, en este sentido, ofrece una alternativa atractiva y versátil gracias a su estructura coreografiada, el uso de música y la posibilidad de ajustar la carga e intensidad en función de las capacidades individuales. Esto facilita no solo la progresión física, sino también la inclusión de personas con distintos niveles de condición, promoviendo un entorno accesible y estimulante.

Cabe destacar que, a pesar de la brevedad de la intervención (ocho semanas), las mejoras observadas fueron significativas, lo que sugiere que programas bien planificados, incluso de corta duración, pueden tener un impacto positivo en la funcionalidad de los adultos mayores. Esta capacidad de respuesta rápida refuerza el valor del Bodypump como herramienta práctica en contextos comunitarios, centros de mayores o programas de salud pública enfocados en el envejecimiento activo.

No obstante, deben considerarse algunas limitaciones, como la duración limitada del programa y la falta de evaluación de factores subjetivos como la motivación o el bienestar emocional, los cuales podrían ser de gran relevancia en futuras investigaciones. Evaluar la adherencia a largo plazo, el impacto en la calidad de vida percibida y otros beneficios psicosociales permitiría comprender de forma más completa el potencial de este tipo de intervención.

En definitiva, el Bodypump se presenta como una opción efectiva, segura y adaptable para incluir en estrategias de ejercicio dirigidas a personas mayores. Su impacto positivo sobre variables funcionales clave permite concluir que puede contribuir significativamente al mantenimiento de la autonomía y la calidad de vida en la vejez, consolidándose como una herramienta útil dentro del enfoque del envejecimiento activo.

8. REFERENCIAS

- Bean, J. F., Vora, A., & Frontera, W. R. (2004). Benefits of exercise for community-dwelling older adults. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(7 Suppl 3), S31–S44.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.03.010>
- Cadore, E. L., & Izquierdo, M. (2013). How to simultaneously optimize muscle strength, power, functional capacity, and cardiovascular gains in the elderly: an update. *Age (Dordrecht, Netherlands)*, 35(6), 2329–2344.
<https://doi.org/10.1007/s11357-012-9503-x>
- Carrick-Ranson, G., Howden, E. J., & Levine, B. D. (2022). Exercise in Octogenarians: How Much Is Too Little?. *Annual review of medicine*, 73, 377–391. <https://doi.org/10.1146/annurev-med-070119-115343>
- Fragala, M. S., Cadore, E. L., Dorgo, S., Izquierdo, M., Kraemer, W. J., Peterson, M. D., & Ryan, E. D. (2019). Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. *Journal of strength and conditioning research*, 33(8), 2019–2052. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003230>
- Izquierdo, M., Merchant, R. A., Morley, J. E., Anker, S. D., Aprahamian, I., Arai, H., Aubertin-Leheudre, M., Bernabei, R., Cadore, E. L., Cesari, M., Chen, L. K., de Souto Barreto, P., Duque, G., Ferrucci, L., Fielding, R. A., García-Hermoso, A., Gutiérrez-Robledo, L. M., Harridge, S. D. R., Kirk, B., Kritchevsky, S., ... Fiatarone Singh, M. (2021). International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. *The journal of nutrition, health & aging*, 25(7), 824–853.
<https://doi.org/10.1007/s12603-021-1665-8>
- Killingback, C., Tsofliou, F., & Clark, C. (2017). Older people's adherence to community-based group exercise programmes: a multiple-case study. *BMC public health*, 17(1), 115. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4049-6>
- Liu, C. J., & Latham, N. K. (2009). Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2009(3), CD002759.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD002759.pub2>
- Mahmoudi, A., Amirshaghghi, F., Aminzadeh, R., & Mohamadi Turkmani, E. (2022). Effect of Aerobic, Resistance, and Combined Exercise Training on Depressive Symptoms, Quality of Life, and Muscle Strength in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Biological research for nursing*, 24(4), 541–559. <https://doi.org/10.1177/10998004221104850>

- Marques, D. L., Neiva, H. P., Marinho, D. A., & Marques, M. C. (2023). Manipulating the Resistance Training Volume in Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review with Meta-Analysis of the Effects on Muscle Strength and Size, Muscle Quality, and Functional Capacity. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 53(2), 503–518. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01769-x>
- Mirzaei, T., & Jalilvand, M. (2023). The effect of 8 weeks of body pump exercises on working memory, mental toughness, and psychological well-being of inactive middle-aged men. *Shefaye Khatam*, 11(3), 50–57. <https://shefayekhatam.ir/article-1-2528-en.html>
- Oliveira, A. S., Greco, C. C., Pereira, M. P., Figueira, T. R., de Araújo Ruas, V. D., Gonçalves, M., & Denadai, B. S. (2009). Physiological and neuromuscular profile during a body pump session: acute responses during a high-resistance training session. *Journal of strength and conditioning research*, 23(2), 579–586. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318196b757>
- Paterson, D. H., & Warburton, D. E. (2010). Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's Physical Activity Guidelines. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(1), 38. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-38>
- Petersen, B. A., Hastings, B., & Gottschall, J. S. (2017). Low load, high repetition resistance training program increases bone mineral density in untrained adults. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 57(1-2), 70–76. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.05697-8>
- Rhodes, R. E., Fiala, B., & Conner, M. (2009). A review and meta-analysis of affective judgments and physical activity in adult populations. *Annals of behavioral medicine : a publication of the Society of Behavioral Medicine*, 38(3), 180–204. <https://doi.org/10.1007/s12160-009-9147-y>
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2013). Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *The Gerontologist*, 53(2), 255–267. <https://doi.org/10.1093/geront/gns071>
- Rodrigues, F., Teixeira, D., Macedo, R., Neiva, H., Cid, L., & Monteiro, D. (2021). O papel do divertimento e das determinantes motivacionais na persistência da prática de exercício físico [The role of enjoyment and motivational determinants in persistence in the practice of physical exercise]. *Ciencia & saude coletiva*, 26(suppl 3), 5303–5313. <https://doi.org/10.1590/1413-812320212611.3.01832020>

- Scherr, J., Wolfarth, B., Christle, J. W., Pressler, A., Wagenpfeil, S., & Halle, M. (2013). Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European journal of applied physiology*, 113(1), 147–155. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2421-x>
- Shariat, A., Cleland, J. A., Danaee, M., Alizadeh, R., Sangelaji, B., Kargarfard, M., Ansari, N. N., Sepehr, F. H., & Tamrin, S. B. M. (2018). Borg CR-10 scale as a new approach to monitoring office exercise training. *Work* (Reading, Mass.), 60(4), 549–554. <https://doi.org/10.3233/WOR-182762>
- Sherrington, C., Fairhall, N. J., Wallbank, G. K., Tiedemann, A., Michaleff, Z. A., Howard, K., Clemson, L., Hopewell, S., & Lamb, S. E. (2019). Exercise for preventing falls in older people living in the community. *The Cochrane database of systematic reviews*, 1(1), CD012424. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012424.pub2>

VIRTUAL REALITY, PHYSICAL ACTIVITY, AND THE PARADOX OF AGING IN A TECHO-UTOPIAN WORLD

ANDRÉ RAMALHO

*SPRINT Sport Physical Activity and Health Research & Innovation Center,
Castelo Branco, Portugal - Polytechnic University of Castelo Branco
PSYLAB – Faculty of Human Kinetics, University of Lisbon*

RUI PAULO

*SPRINT Sport Physical Activity and Health Research & Innovation Center,
Castelo Branco, Portugal - Polytechnic University of Castelo Branco*

PEDRO DUARTE-MENDES

*SPRINT Sport Physical Activity and Health Research & Innovation Center,
Castelo Branco, Portugal - Polytechnic University of Castelo Branco*

1. INTRODUCTION: BETWEEN TECHNOLOGICAL PROMISE AND AGING REALITIES

In the early decades of the 21st century, technology has become a metonym for progress. Innovations in artificial intelligence, wearable devices, and immersive systems have transformed not only industries but imaginaries — projecting futures where age, illness, and decline might be optimized, augmented, even overcome. Nowhere is this techno-optimism more vividly manifest than in the domain of virtual reality (VR), a technology once confined to the fringes of entertainment that now finds itself heralded as a tool for active aging, rehabilitation, and psychosocial care (Šlosar et al., 2022; Ramalho et al., 2024).

This chapter begins from a critical premise: that while VR may indeed hold promise for promoting physical activity and wellbeing in later life, it must be examined not as a neutral instrument, but as a cultural artifact—laden with assumptions about what bodies should do, how aging should be experienced, and which futures are worth building. To age in the digital era is not merely to encounter new tools; it is to be subjected to a redefinition

of one's capacities, one's spaces, and one's social worth, often in accordance with technological imaginaries shaped elsewhere, by others.

In recent years, VR has been increasingly deployed as a response to sedentary behavior in older adults. This behavior — characterized by prolonged sitting, lying, or minimal energy expenditure — has been described as a “quiet epidemic,” with strong associations to cardiovascular disease, cognitive decline, and loss of functional autonomy (Ekelund et al., 2019; Ramalho et al., 2023). The World Health Organization now recommends at least 150 minutes of moderate-to-vigorous physical activity per week for older adults, alongside regular balance and muscle-strengthening exercises (Bull et al., 2020). Yet, for many, these guidelines remain aspirational. Barriers such as chronic pain, lack of transportation, fear of falling, and feelings of social disconnection frequently limit participation (Piggin, 2020; Stockwell et al., 2019). In this landscape, VR emerges not merely as an entertainment medium, but as a techno-social intervention—an apparatus designed to mediate between aging bodies and the demands of movement.

The language that often accompanies this intervention is one of solutionism: VR “gamifies” exercise, rendering it more fun; it “personalizes” programs, tailoring activities to individual needs; it “overcomes” barriers, allowing physical activity to occur at home, even in small spaces (Liao et al., 2020). These claims are not unfounded. Studies have shown that VR-based exergames can improve balance, motivation, and engagement among older users, while also fostering cognitive stimulation through multisensory and interactive design (Campo-Prieto et al., 2022; Yang et al., 2025). Yet embedded in these narratives is a deeper philosophical tension: to what extent should the challenges of aging be reframed as problems to be fixed through immersive simulation? When does support become substitution — and when does substitution become displacement?

This chapter does not reject VR's potential. On the contrary, it takes that potential seriously — seriously enough to question its foundations, its limits, and its unintended consequences. It asks not only what VR can do for older adults, but what it does to them: how it reshapes relationships with space, time, memory, and movement itself. For instance,

walking through a virtual forest might promote cardiovascular health, but does it replace the ecological intimacy of walking in a real one? Practicing tai chi with a virtual instructor may enhance mobility, but what happens to the rituals of group belonging that such practices often embody in physical community spaces? And more provocatively still: is the future of movement for older adults to be one of isolation in headsets, or co-presence in shared, intergenerational environments?

These are not merely rhetorical questions. They strike at the heart of what physical activity means in later life — and what kind of world we are designing through our technological choices. As scholars such as Davis and colleagues (2015) and Oinas-Kukkonen (2013) have shown, behavior change does not arise in a vacuum. It is mediated by systems of meaning, cultural values, and design logics. If the design of VR for older adults is predicated on assumptions of cognitive decline, frailty, or passivity, it risks reproducing the very limitations it claims to transcend. Conversely, if it is co-designed with older users as active agents of their own experience, it may unlock new modes of engagement, joy, and autonomy.

Indeed, many older adults are not technophobic relics of a bygone era, but digital pioneers in their own right — curious, adaptable, and often eager to explore new forms of connection and expression (Elavsky et al., 2019). But curiosity alone is not enough. For VR to be truly transformative in later life, it must navigate the terrain between novelty and necessity, between assistance and empowerment. It must recognize that physical activity is not only a health metric but also a cultural practice — a way of enacting one's identity, relating to others, and inhabiting the world. To move is not merely to exercise; it is to resist erasure, to assert presence, to remain in dialogue with one's surroundings.

This chapter, then, positions VR not as a ready-made solution, but as a site of negotiation — between technological ambition and human need, between design imaginaries and lived realities. It draws on interdisciplinary research from gerontology, digital health, human-computer interaction, and critical aging studies to map the contours of this negotiation. It considers VR not only as a tool for facilitating movement, but as a medium that transforms the very experience of movement: what it feels like, where it happens, who it's for.

In doing so, it also attends to the broader techno-political landscape in which these interventions unfold. Issues of cost, usability, and digital literacy persist — particularly among those most marginalized by age, income, or disability (König et al., 2018). The promise of VR must therefore be understood not in isolation, but in relation to structural conditions that shape who gets to benefit, and who gets left behind. Moreover, questions of data privacy, algorithmic bias, and commercialization hover just beneath the surface: what kinds of data are collected through VR systems, and for whose profit? How are older bodies modeled, measured, and managed within these environments?

None of these questions admit easy answers. But they demand attention — especially at a moment when aging populations are rapidly expanding, and when technological innovation is increasingly framed as the key to sustainable health systems. The convergence of VR and aging is not merely a technical challenge; it is an ethical, cultural, and political one. And the stakes are high: not just in terms of health outcomes, but in terms of how we imagine the meaning and value of later life itself.

Ultimately, this chapter does not seek to determine whether VR is “good” or “bad” for older adults. Rather, it asks how we might think — and design — differently. How might we imagine a technological future not obsessed with speed, novelty, and optimization, but rooted in slowness, reciprocity, and care? What if the question is not “can VR make older people move more?” — but “can VR help us move more meaningfully, together?”

In posing these questions, we resist the gravitational pull of techno-utopia. We step instead into the messier, more promising space of techno-humanism — where aging is not a problem to be solved, but a story still unfolding.

2. FROM PLAY TO PRAXIS: HOW VR REDEFINES PHYSICAL ACTIVITY IN LATER LIFE

Physical activity is often framed as a public health imperative — a measurable behavior to be promoted, prescribed, and monitored. Yet beneath this functionalist logic lies a deeper cultural story: one that tells us not only how to move, but why. In the context of aging, this story

has long oscillated between deficit and discipline. Older adults are encouraged to “stay active” to avoid decline, to perform prescribed exercises to prevent future dependency. Such framing reduces movement to a prophylactic act, stripping it of joy, spontaneity, and expressive potential (Piggin, 2020). VR, however, introduces a disruptive possibility: the reframing of physical activity not as discipline, but as play.

In VR environments, the line between exercise and experience is blurred. A balance training session may take the form of a tightrope walk across a canyon. A cardiovascular workout may become a rhythmic dance through galaxies of sound. Movement ceases to be a task to endure and becomes an aesthetic to inhabit. This shift from obligation to immersion — from routine to ritual — represents more than a change in interface. It suggests a redefinition of physical activity as a praxis: a meaning-laden, relational, and potentially transformative engagement with the self and the world.

The implications of this shift are particularly significant for older adults, many of whom have experienced movement in later life as either a medicalized duty or a domain of increasing loss. VR offers a counter-narrative — one in which movement is once again tied to imagination, memory, and narrative continuity. For some, it evoked memories of dancing, hiking, or playing with grandchildren — embodied histories that had seemed unreachable. In this sense, VR acts not only as a motivator, but as a mnemonic device — a way of summoning lost or dormant selves through movement.

Yet this re-enchantment of activity is not automatic. It hinges on design. If a VR experience reproduces ageist tropes — slow avatars, infantilizing music, or patronizing narration — it may reinforce stigma rather than disrupt it. Conversely, if it is crafted with nuance, imagination, and cultural sensitivity, it can serve as a medium for storytelling, self-expression, and even resistance. As argued by Lazar and colleagues (2016), the design of digital technologies for older adults must go beyond usability to consider dignity, pleasure, and narrative control.

Moreover, the affordances of VR allow for a reimagining of what counts as valuable movement. In traditional metrics, slow or gentle movements

may be undervalued or dismissed. Yet in a VR context, such movements can acquire dramatic significance — becoming part of a narrative arc, a visual crescendo, or a puzzle-solving action. This aestheticization of movement does not diminish its physiological benefits; rather, it expands its meaning. It allows older adults to explore not only what they can do, but how they wish to do it — and what that doing means to them.

This redefinition aligns with a broader shift in health promotion from behavior change to meaning-making. As Oinas-Kukkonen (2013) notes, sustainable engagement arises not from coercion but from connection. VR, when well designed, can support this connection—linking physical activity to memory, creativity, and emotion. Indeed, studies show that older users often engage more deeply with movement when it is linked to stories, goals, or aesthetic experiences, rather than abstract health outcomes (Høeg et al., 2023).

The move from play to praxis also invites us to reconsider the relational dimension of activity. While VR is often assumed to be solitary, its potential for connection is vast. Multi-user VR platforms, for instance, can support synchronized movement, collaborative dance, or shared journeys through imagined worlds. These co-presences, though virtual, can foster real social bonds — particularly among those who are physically isolated.

However, such potential must be tempered with caution. If VR is used to replace rather than supplement real-world interaction, it may contribute to the very isolation it seeks to address. The risk lies in mistaking substitution for sufficiency. Digital inclusion is not simply about access to devices (Aleti et al., 2024), but about the meaningful integration of those devices into broader ecosystems of care, community, and culture.

Thus, the move from play to praxis is not merely about designing fun experiences. It is about embedding movement in a logic of meaning, relation, and narrative agency. It is about recognizing that older adults are not only capable of using new technologies —they are capable of reimagining what those technologies are for. When movement becomes a canvas for self-expression, a stage for memory, and a gesture toward others, it ceases to be a metric. It becomes an act of presence.

To support this transformation, designers and practitioners must adopt a co-creative stance. This means involving older users not only in testing but in the very ideation of movement scenarios. It also means acknowledging diversity — across cultures, abilities, identities, and preferences. A VR movement experience that resonates in a Scandinavian care home may fall flat in a Brazilian favela. Sensitivity to context is not a barrier to innovation; it is its condition.

Furthermore, the redefinition of movement through VR challenges traditional disciplinary silos. It demands collaboration between technologists, artists, gerontologists, ethicists, and — critically — older adults themselves. Such transdisciplinary praxis is not easy. But it is essential if we are to move beyond shallow engagement toward transformative design. As Ramalho et al. (2024) argue, technologies that aim to promote health in aging must be grounded in a vision of personhood that is plural, dynamic, and situated.

3. DOMESTIC DISRUPTIONS: REDESIGNING SPACE, AUTONOMY, AND ATTENTION IN THE AGE OF VR

The home has long been idealized as a sanctuary — a space of familiarity, safety, and routine. In later life, it often becomes the locus of identity and control, especially as physical mobility and public participation may decrease. Yet, as many gerontologists have argued, the home is also a site of ambivalence: a space of autonomy and confinement, comfort and constraint (Peace et al., 2006). The entrance of VR into this domain brings both promise and perturbation, challenging how we understand space, autonomy, and attention in the lives of older adults.

VR is not merely a tool that one brings into the home; it is an environment that reconfigures the home. A living room becomes a forest; a bedroom, a concert hall; a kitchen, a site of intergalactic adventure. These spatial reimaginations are not metaphorical — they are embodied. Users stretch, pivot, reach, and orient themselves in response to an immersive world that exists both within and beyond the walls of their dwelling. In doing so, the everyday geography of home is unsettled.

Furniture becomes obstacle. Corners gain cognitive weight. Familiar rooms are mapped anew through the lens of virtual affordance.

This spatial reconfiguration carries epistemic weight. It reframes the home not as a space of stasis but of potential. For individuals living with disability or chronic pain, VR can open up geographies of possibility that physical architecture denies. For example, in studies conducted by Li and colleagues (2022), older adults with limited mobility described VR as enabling them to “go places again,” reclaiming not only movement but imagination. In this sense, VR does not eliminate the constraints of aging but renders them negotiable — subject to reinvention.

However, the transformation of space also carries costs. It introduces new risks — falls, disorientation, spatial anxiety — especially when used without appropriate safeguards or training (Høeg et al., 2021). More subtly, it may undermine the symbolic stability of home. For those who rely on routine as a form of cognitive or emotional anchoring — such as individuals with dementia — the volatility of virtual environments may produce distress rather than delight. Thus, the domestic deployment of VR must be guided not only by technical feasibility but by situated sensitivity: an attunement to the rhythms, needs, and histories embedded in each home.

Equally, the question of autonomy looms large. Advocates of VR often promote its capacity to support “independent” exercise, especially in contexts where in-person services are scarce. Yet this independence is complex. Who selects the programs? Who calibrates the intensity? Who ensures safety? In many cases, the use of VR presupposes a network of invisible labor: caregivers who set up devices, troubleshoot errors, or supervise sessions. This dynamic may reproduce familiar asymmetries, where technological “freedom” is built upon another’s (often unpaid or feminized) vigilance (Tronto, 1993; Kleinman, 1989).

Moreover, autonomy in the digital age is not merely about doing things alone. It is about meaningful choice, informed consent, and narrative agency. When imposed, even with good intentions, VR could feel invasive or infantilizing. Thus, autonomy must be reconceptualized not

as independence from others, but as interdependence with others, negotiated in specific contexts and sustained through trust.

The role of attention is equally crucial. VR is often celebrated for its capacity to “capture” users’ attention — an asset in therapeutic settings, where motivation may be low. Yet this capturing can also become colonizing. In VR, one’s sensory field is saturated: vision, sound, proprioception are all engaged by the system. This can create powerful experiences — but also limit opportunities for reflective disengagement or ambient awareness. As Hansen (2022) notes, immersive technologies operate through a logic of total absorption, which may be at odds with the fragmented, fluctuating attention typical of aging.

Consider the example of an older adult who uses VR for 30 minutes of guided *tai chi*. During this time, their attention is focused — perhaps beneficially so. But what is displaced? Ambient music, garden birds, the quiet rituals of cohabitation? If VR becomes a daily ritual, what happens to shared space, co-presence, or spontaneous dialogue? These questions are not nostalgic; they are structural. They demand that we consider what attention VR displaces, not just what it attracts.

At the same time, VR can be used to train attention — to cultivate mindful movement, body awareness, or emotional regulation. In therapeutic applications, VR has shown promise in reducing anxiety, improving mood, and enhancing proprioception among older users (Campo-Prieto et al., 2022). But again, these benefits are contingent: on design, context, and consent. A system that prescribes breathing patterns may calm some users and alienate others. Attention is not a monolith. It is personal, historical, and political.

From this angle, the challenge of VR in the domestic sphere is not merely technical but ethical: how to create systems that honor difference without overwhelming it; how to extend agency without burdening; how to augment space without erasing it. These tensions are not flaws to be engineered away. They are the terrain upon which meaningful technological inclusion must be negotiated.

One promising direction is the use of modular immersion: systems that allow users to control levels of engagement, duration, and narrative

pacing. For example, a VR program may begin with ambient soundscapes and progress — only with consent — to visual immersion and guided movement. Such graduated experiences respect sensory thresholds and enable autonomy over intensity. Similarly, co-designed domestic layouts — where older users help determine where and how VR systems are integrated — can mitigate spatial disorientation and foster ownership.

The broader implication is this: the home is not a neutral backdrop. It is an active partner in the shaping of experience. Just as architecture influences cognition and emotion, so too do the rhythms and relationships of domestic life shape the meanings of movement. VR must enter this space with humility, not hubris. It must learn to listen — not only to users, but to walls, routines, and silences.

4. THE POLITICS OF POSSIBILITY: INCLUSION, ETHICS, AND THE FUTURE OF VIRTUAL AGING

As VR technologies mature and become increasingly integrated into healthcare, wellness, and even leisure infrastructures, the question is no longer whether older adults will engage with immersive technologies — but how, under what terms, and toward what ends. This final section argues that the future of virtual aging is not determined by technological capacity alone, but by political and ethical imagination. In other words, the real frontier is not digital — it is moral.

While much discourse on VR in aging focuses on accessibility and cost-effectiveness, these are surface metrics. At stake are deeper issues: Who defines what counts as “successful aging”? Whose values shape design protocols? And who benefits most from these systems — tech companies, healthcare systems, or older adults themselves?

The term “inclusion,” though frequently invoked, often masks asymmetries of power. Inclusion into what, and at what cost? As scholar Alison Kafer (2013) argues, futures are always political. To imagine a VR system for older adults is to embed assumptions about what aging should look like. Is it active, productive, happy, controlled? Or can it also be slow, melancholic, rebellious, uncertain? Most existing applications reflect a narrow vision: a mobile, smiling, white-haired user

completing tasks or exercises. But real aging is diverse, and often defiant of such scripts.

Ethically, this raises urgent concerns. If VR becomes a mechanism for behavioral standardization — encouraging movement, monitoring health, optimizing routines — then it risks becoming a tool of soft coercion. The promise of “support” can easily morph into surveillance. A “smart” home that nudges the user to stand every 30 minutes may also record intimate behaviors. A fitness app that tracks progress may subtly shame decline. As Foucault (1977) warned, health technologies often double as technologies of control.

The alternative is not to reject VR, but to reimagine it as a space of possibility. Possibility, in this sense, is not utopian fantasy. It is what philosopher Judith Butler (2004) calls “the politics of the unrealized”: the ethical demand to create conditions where new forms of life — new rhythms, identities, movements — can emerge. This requires shifting from designing for older adults to designing with them — not just in usability testing, but in agenda setting, value articulation, and long-term governance.

Participatory design models already exist in other domains, including disability tech, urban planning, and community health. These models treat users as epistemic agents — holders of knowledge, not just recipients of services. Adapting them to VR in aging would mean building collaborative infrastructures: co-design labs in senior centers, funding for grassroots digital experimentation, intergenerational design fellowships. Such investments are not just ethical — they are generative. They produce technologies rooted in real lives, not abstract models.

Policy frameworks must also adapt. Currently, digital health policy tends to treat older adults as a “vulnerable population,” to be protected, managed, and informed. But this framing reinforces passivity. What would a rights-based policy look like? One possibility is to extend the principles of digital sovereignty to aging. This would include the right to refuse technologies, the right to non-surveilled movement, and the right to cultural specificity in design. It would also include access to open-source VR tools, training programs for older users, and public funding for non-commercial content creation.

Critically, we must attend to the political economy of virtual aging. Most current VR products are developed by large corporations whose primary stakeholders are investors, not users. Even when marketed as health interventions, they function within profit-driven ecosystems. This creates tensions: data monetization, intellectual property barriers, design shortcuts. A publicly accountable, ethically grounded future of VR will require regulatory innovation — akin to how medicines or assistive devices are evaluated for safety and efficacy.

The global context adds complexity. Aging is not experienced equally across geographies. The priorities of a retiree in Oslo may differ radically from those of a grandmother in Nairobi or a migrant worker in Lisbon. The digital interventions often reproduce the geopolitics of their creators. Even as VR claims to be immersive and universal, its cultural assumptions may exclude those for whom digital infrastructures are fragile, internet access precarious, and cultural metaphors unfamiliar. Ethical design must therefore be locally adaptive and globally just.

Intergenerational ethics also come into play. Much of the enthusiasm around VR is driven by younger designers, funders, and researchers. But what does it mean for youth to design the worlds of age? Without careful reflection, this can become a digital paternalism: shaping futures on behalf of others. The solution is not to exclude youth, but to foster reciprocal intergenerational design: spaces where younger and older people co-create, not only tools, but values. Such processes can resist ageism while producing more resonant technologies.

Finally, we must recognize that aging itself is not a problem to be solved. It is a condition of life. The narrative that VR will “solve” the challenges of aging is deeply problematic — not only because it inflates technological promise, but because it positions aging as a deficit. Instead, what if we framed VR as a companion to aging — as a poetic, political, and practical tool to support meaning, not metrics?

This would entail a new kind of design question. Not “How can we get older adults to move more?” but “What kinds of movement matter, and why?” Not “How can we scale solutions?” but “What small moments of digital care can sustain dignity?” Not “What is the ROI of VR?” but

“What is the aesthetic and ethical value of shared experience?” These are not anti-technological questions. They are human questions — questions that remind us that the most powerful future is not the most immersive, but the most humane.

5. REFERENCES

- Aleti, T., Figueiredo, B., Martin, D. M., & Reid, M. (2024). Digital Inclusion in Later Life: Older Adults’ Socialisation Processes in Learning and Using Technology. *Australasian Marketing Journal*, 32(4), 295-307. <https://doi.org/10.1177/14413582231187652>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Butler, J. (2004). *Undoing Gender*. New York: Routledge.
- Campo-Prieto, P., Cancela-Carral, J. M., Alsina-Rey, B., & Rodríguez-Fuentes, G. (2022). Immersive Virtual Reality as a Novel Physical Therapy Approach for Nonagenarians: Usability and Effects on Balance Outcomes of a Game-Based Exercise Program. *Journal of Clinical Medicine*, 11(13), 3911. <https://doi.org/10.3390/jcm11133911>
- Davis, R., Campbell, R., Hildon, Z., Hobbs, L., & Michie, S. (2015). Theories of behaviour and behaviour change across the social and behavioural sciences: a scoping review. *Health Psychology Review*, 9(3), 323–344. <https://doi.org/10.1080/17437199.2014.941722>
- Ekelund, U., Tarp, J., Steene-Johannessen, J., Hansen, B. H., Jefferis, B., Fagerland, M. W.,... & Anderssen, S. A. (2019). Dose–response associations between accelerometry measured physical activity and sedentary time and all cause mortality: systematic review and harmonised meta-analysis. *BMJ*, 366, 14570. <https://doi.org/10.1136/bmj.14570>
- Elavsky, S., Knapova, L., Kloczek, A., & Smahel, D. (2019). Mobile Health Interventions for Physical Activity, Sedentary Behavior, and Sleep in Adults Aged 50 Years and Older: A Systematic Literature Review. *Journal of Aging and Physical Activity*, 27(4), 565–593. <https://doi.org/10.1123/japa.2017-0410>
- Foucault, M. (1977). *Discipline and Punish: The Birth of the Prison*. New York: Pantheon Books.
- Hansen, M. B. N. (2022). *Feed-Forward: On the Future of Twenty-First-Century Media*. Chicago: University of Chicago Press.

- Høeg, E. R., Andersen, N., Malmkjær, N., Vaaben, A., & Uth, J. (2023). Hospitalized older adults' experiences of virtual reality-based group exercise therapy with cycle ergometers: An early feasibility study. *Computers in Human Behavior Reports*, 11, 100301. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2023.100301>
- Høeg, E. R., Povlsen, T. M., Bruun-Pedersen, J. R., Lange, B., Nilsson, N. C., Haugaard, K. B., Faber, S. M., Hansen, S. W., Kimby, C. K., & Serafin, S. (2021). System immersion in virtual reality-based rehabilitation of motor function in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 647993. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.647993>
- Kafer, A. (2013). *Feminist, Queer, Crip*. Bloomington: Indiana University Press.
- Kleinman, A. (1989). *The Illness Narratives: Suffering, Healing, and the Human Condition*. New York: Basic Books.
- König, R., Seifert, A., & Doh, M. (2018). Internet use among older Europeans: An analysis based on SHARE data. *Universal Access in the Information Society*, 17(3), 621–633. <https://doi.org/10.1007/s10209-018-0609-5>
- Lazar, A., Thompson, H. J., Piper, A. M., & Demiris, G. (2016). Rethinking the design of robotic pets for older adults. In *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Designing Interactive Systems* (pp. 1034–1046). ACM
- Li, G., Li, X., & Chen, L. (2022). Effects of virtual reality-based interventions on the physical and mental health of older residents in long-term care facilities: A systematic review. *International Journal of Nursing Studies*, 136, 104378. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2022.104378>
- Liao, Y. Y., Tseng, H. Y., Lin, Y. J., Wang, C. J., & Hsu, W. C. (2020). Using virtual reality-based training to improve cognitive function, instrumental activities of daily living, and neural efficiency in older adults with mild cognitive impairment. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 56(1), 47–57. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.19.05899-4>
- Oinas-Kukkonen, H. (2013). A foundation for the study of behavior change support systems. *Personal and Ubiquitous Computing*, 17(6), 1223–1235. <https://doi.org/10.1007/s00779-012-0591-5>
- Peace, S., Holland, C., & Kellaher, L. (2006). *Environment and identity in later life*. Maidenhead: Open University Press.
- Piggin, J. (2020). What is physical activity? A holistic definition for teachers, researchers and policy makers. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 72. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.00072>

- Ramalho, A., & Petrica, J. (2023). The Quiet Epidemic: An Overview of Emerging Qualitative Research Trends on Sedentary Behavior in Aging Populations. *Healthcare* (Basel, Switzerland), 11(15), 2215. <https://doi.org/10.3390/healthcare11152215>
- Ramalho, A., Duarte-Mendes, P., Paulo, R., Serrano, J., & Petrica, J. (2024). Crossing the digital frontier: are older adults ready for virtual reality workouts?. *Frontiers in Public Health*, 12, 1324004. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1324004>
- Šlosar, L., Voelcker-Rehage, C., Paravlić, A. H., Abazovic, E., de Bruin, E. D., & Marusic, U. (2022). Combining physical and virtual worlds for motor-cognitive training interventions: Position paper with guidelines on technology classification in movement-related research. *Frontiers in Psychology*, 13, 1009052. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1009052>
- Stockwell, S., Schofield, P., Fisher, A., Firth, J., Jackson, S. E., Stubbs, B., & Smith, L. (2019). Digital behavior change interventions to promote physical activity and reduce sedentary behavior in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Experimental Gerontology*, 120, 68–87. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.02.020>
- Tronto, J. C. (1993). *Moral Boundaries: A Political Argument for an Ethic of Care*. New York: Routledge.
- Yang, Q., Zhang, L., Chang, F., Yang, H., Chen, B., & Liu, Z. (2025). Virtual reality interventions for older adults with mild cognitive impairment: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e59195. <https://doi.org/10.2196/59195>

SECCIÓN IV.

EJERCICIO TERAPÉUTICO
EN REHABILITACIÓN NEUROLÓGICA

ACTIVIDAD FÍSICA Y SÍNTOMAS DE TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON ENFERMEDAD INFLAMATORIA INTESTINAL

PAULA SÁNCHEZ LLORENTE

Hospital Infantil Universitario Niño Jesús

CARLOS MARTÍN MARTÍNEZ

Universidad Rey Juan Carlos

1. INTRODUCCIÓN

La enfermedad inflamatoria intestinal (EII), que incluye la enfermedad de Crohn (EC) y la colitis ulcerosa (CU), es una patología crónica del tracto gastrointestinal con un aumento de su incidencia en la población pediátrica (Benchimol et al., 2017). En paralelo, el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es uno de los trastornos del neurodesarrollo más prevalentes en niños y adolescentes, caracterizado por inatención, hiperactividad e impulsividad (American Psychiatric Association, 2022). La coexistencia de EII y TDAH plantea un desafío clínico significativo. La actividad física ha demostrado beneficios tanto en la salud física como mental y podría ser una herramienta terapéutica clave en este contexto.

Estudios recientes sugieren una posible comorbilidad entre ambas entidades, lo que podría exacerbar la carga sintomática y psicosocial en estos pacientes (Neuendorf et al., 2016). Esta superposición de síntomas implica desafíos diagnósticos y terapéuticos, ya que los tratamientos tradicionales para la EII rara vez abordan las alteraciones neuroconductuales.

La actividad física, reconocida por sus beneficios fisiológicos y psicológicos, ha demostrado ser eficaz para mejorar síntomas de TDAH mediante mecanismos que incluyen la regulación dopaminérgica, la

neuroplasticidad y la modulación del eje intestino-cerebro (Den Heijer et al., 2017; Cryan et al., 2019). Además, en el contexto de enfermedades crónicas, el ejercicio regular puede mejorar la percepción de salud y la función inmunológica general.

Este estudio explora la relación entre la actividad física y los síntomas compatibles con TDAH en pacientes pediátricos con EII, aportando evidencia observacional reciente, y discute sus posibles implicaciones clínicas y terapéuticas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ENFERMEDAD INFLAMATORIA INTESTINAL EN PEDIATRÍA

La EII pediátrica se caracteriza por su inicio temprano, curso más agresivo y necesidad de tratamientos prolongados. La etiopatogenia incluye factores genéticos, inmunológicos y ambientales. Más allá del daño intestinal, la EII puede afectar el crecimiento, el estado nutricional y la salud mental de los pacientes. Hasta un 30% de los pacientes pueden presentar alteraciones emocionales como ansiedad, depresión y dificultades en la regulación emocional.

2.2. TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD (TDAH)

El TDAH afecta entre el 5 y el 7% de los niños en edad escolar y puede persistir en la adultez. Su base neurobiológica se vincula a alteraciones en circuitos prefrontales y en los sistemas dopaminérgicos. Los niños con TDAH pueden presentar dificultades escolares, emocionales y sociales. Existe también un riesgo elevado de baja autoestima, dificultades en la relación con pares y problemas conductuales.

2.3. ACTIVIDAD FÍSICA Y FUNCIÓN NEUROCOGNITIVA

La actividad física regular promueve la liberación de neurotransmisores como dopamina, serotonina y norepinefrina, mejora la neuroplasticidad y reduce el estrés oxidativo. En pacientes con TDAH, se ha observado una mejora en la atención sostenida, el control de impulsos y la autorregulación emocional tras programas de ejercicio físico estructurado (Pontifex

et al., 2013). Además, la actividad física puede actuar como factor protector frente a la disfunción ejecutiva y los problemas de aprendizaje.

2.4. COMORBILIDAD EII Y TDAH

Aunque los mecanismos no están del todo claros, se ha planteado una posible conexión entre inflamación crónica, microbiota intestinal y salud neuropsiquiátrica (Cryan et al., 2019). Algunos estudios apuntan a que las citoquinas proinflamatorias pueden influir en la función cerebral, promoviendo alteraciones conductuales. En este contexto, el rol de la actividad física podría ser doble: antiinflamatorio y modulador neurocognitivo.

2.5. PERSPECTIVA BIOPSICOSOCIAL

Además de los mecanismos fisiológicos, debe considerarse el impacto social de la actividad física. En niños con enfermedades crónicas, la participación en deportes o actividades recreativas mejora la autoestima, reduce el aislamiento social y fomenta habilidades sociales clave para la adaptación escolar y familiar.

2.6. COMPARACIÓN CON OTROS TRASTORNOS COMÓRBIDOS

Si bien la relación entre TDAH y EII es el foco de este análisis, es útil establecer comparaciones con otras comorbilidades frecuentes como la ansiedad, la depresión o los trastornos del espectro autista (TEA), que también muestran mejoras con el ejercicio.

Un metaanálisis de Zang et al. (2019) concluyó que la actividad física estructurada tiene efectos positivos consistentes sobre la ansiedad y la depresión en adolescentes con enfermedades crónicas. Asimismo, se ha observado que niños con TEA que participan en actividades físicas regulares mejoran su comunicación social y su autorregulación conductual (Sowa & Meulenbroek, 2012).

Estas evidencias apoyan la noción de que el ejercicio tiene un efecto generalizable en distintas disfunciones del neurodesarrollo, lo que refuerza su potencial terapéutico en pacientes con múltiples diagnósticos como TDAH y EII.

3. OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio es evaluar si la actividad física regular se asocia con una reducción de los síntomas compatibles con el TDAH en niños y adolescentes diagnosticados con EII. Además, se busca explorar el impacto de distintos niveles de actividad física —considerando su frecuencia, duración e intensidad— sobre los síntomas conductuales y atencionales, tanto internalizantes como externalizantes. También se pretende determinar si la relación entre actividad física y síntomas de TDAH se mantiene significativa al controlar por posibles factores de confusión, como la edad, el sexo, el tipo específico de EII (EC o CU), y el estado inflamatorio del paciente al momento del estudio. Con este análisis se espera aportar evidencia que fundamente intervenciones no farmacológicas, como el ejercicio físico, como parte complementaria del manejo integral en esta población pediátrica.

4. METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un estudio observacional de corte transversal en una cohorte de 45 pacientes pediátricos diagnosticados con EII, con una edad media de 13,5 años, quienes eran atendidos en un hospital pediátrico universitario. La actividad física fue evaluada mediante el cuestionario APALQ, el cual permite cuantificar la frecuencia, duración e intensidad del ejercicio realizado semanalmente. Para medir los síntomas compatibles con TDAH, se utilizaron dos instrumentos: la escala SNAP-IV, completada tanto por padres como por maestros, y el Inventario de Comportamiento Infantil (CBCL), que permite valorar conductas internalizantes y externalizantes.

Los pacientes fueron clasificados en dos grupos: "Respondedores" ($n = 27$), quienes realizaban actividad física moderada o intensa durante al menos 60 minutos diarios, y "No respondedores" ($n = 18$), que no cumplían con este criterio. Se aplicaron pruebas t de Student y chi-cuadrado para evaluar la asociación entre la actividad física y la sintomatología compatible con TDAH, considerándose significativa una $p < 0,05$. Adicionalmente, se realizó un análisis de regresión logística con el fin de ajustar por variables de confusión como la edad, el sexo, el tipo de EII

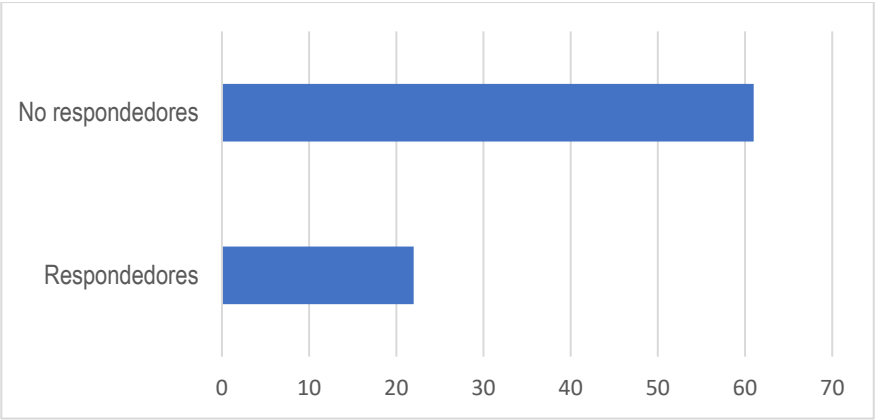
y el estado inflamatorio, con el objetivo de obtener resultados más robustos y clínicamente relevantes.

5. RESULTADOS

El análisis de los datos reveló una asociación significativa entre la práctica regular de actividad física y la presencia reducida de síntomas compatibles con TDAH en pacientes pediátricos con EII. En la cohorte total de 45 pacientes evaluados, aquellos que realizaban al menos 60 minutos diarios de actividad física moderada o intensa (denominados “respondedores”, $n = 27$) mostraron una prevalencia significativamente menor de síntomas compatibles con TDAH (22%) en comparación con los “no respondedores” ($n = 18$), entre los cuales el 61% presentó sintomatología compatible. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p = 0,004$).

Además, se observaron mejoras notables en funciones neurocognitivas clave dentro del grupo de respondedores. El 74% de estos pacientes evidenció una mejora en la atención sostenida, en contraste con apenas el 28% de los no respondedores ($p = 0,002$). Asimismo, la regulación emocional también se vio favorecida en los niños activos, con un 70% reportando mejorías en este aspecto, frente a un 31% en el grupo que no cumplía con los criterios de actividad física recomendada ($p = 0,007$).

GRÁFICO 1. *Porcentaje de síntomas compatibles con TDAH según respuesta a la actividad física*



Fuente: elaboración propia

Estos hallazgos se reforzaron mediante un análisis de regresión logística multivariado. En este modelo, la actividad física regular emergió como un factor protector frente a la presencia de síntomas compatibles con TDAH, con una odds ratio (OR) de 0,32 (intervalo de confianza del 95%: 0,12–0,76; $p = 0,008$). Esto indica que los niños físicamente activos tenían aproximadamente un 68% menos de probabilidades de presentar síntomas relacionados con TDAH que sus pares inactivos, incluso después de ajustar por variables potenciales de confusión como la edad, el sexo y el tipo de EII (enfermedad de Crohn o colitis ulcerosa). Ni el sexo masculino (OR = 1,14; $p = 0,793$) ni el tipo específico de EII (OR = 1,21; $p = 0,695$) mostraron una asociación significativa con los síntomas compatibles con TDAH, lo que sugiere que el nivel de actividad física fue el principal factor diferenciador en esta cohorte.

TABLA 1. *Impacto de la actividad física en síntomas compatibles con TDAH en pacientes pediátricos con EII*

Variable	Respondedores (n=27)	No respondedores (n=18)	p-valor
Edad (media)	13,7 ± 1,8 años	13,3 ± 2,1 años	0,412
Síntomas compatibles con TDAH	22%	61%	0,004*
Mejoras en atención	74%	28%	0,002*
Regulación emocional	70%	31%	0,007*

*Valor p significativo a nivel 0,05
Fuente: elaboración propia

TABLA 2. *Resultados de la regresión logística*

Variable independiente	OR (IC 95%)	p-valor
Actividad física regular	0,32 (0,12-0,76)	0,008*
Sexo masculino	1,14 (0,42-3,08)	0,793
Tipo de EII (CU vs EC)	1,21 (0,45-3,25)	0,695

*Valor p significativo a nivel 0,05
Fuente: elaboración propia

En cuanto a las variables demográficas, no se encontraron diferencias significativas en la edad media de los participantes entre los grupos (13,7 ± 1,8 años en los respondedores frente a 13,3 ± 2,1 años en los no respondedores; $p = 0,412$). Tampoco hubo diferencias relevantes en la

distribución por sexo (56% de varones en el grupo activo frente a 50% en el grupo inactivo; $p = 0,739$) ni en la proporción de pacientes con enfermedad de Crohn versus colitis ulcerosa ($p = 0,982$), lo que refuerza la validez de la asociación observada entre la actividad física y la mejora de síntomas conductuales y atencionales.

Estos resultados sugieren que la práctica regular de ejercicio puede desempeñar un papel crucial en la modulación de síntomas neuroconductuales en niños y adolescentes con EII, con efectos positivos en la atención, la autorregulación emocional y posiblemente en su adaptación escolar y social.

TABLA 3. Variables demográficas de los participantes

Variable	Total (n=45)	Respondedores (n=27)	No respondedores (n=18)	p-valor
Edad (media ± DE)	13,5 ± 1,9	13,7 ± 1,8	13,3 ± 2,1	0,412
Sexo masculino (%)	53%	56%	50%	0,739
Tipo de EII (EC/CU)	29/16	17/10	12/6	0,982

*Valor p significativo a nivel 0,05

Fuente: elaboración propia

6. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio muestran una asociación significativa entre mayor nivel de actividad física y menor prevalencia de síntomas compatibles con TDAH en pacientes pediátricos con EII. Esta observación concuerda con estudios previos que evidencian los beneficios neuropsicológicos del ejercicio físico (Verret et al., 2012; Pontifex et al., 2013).

Diversos estudios en contextos clínicos internacionales han empezado a explorar el impacto del ejercicio en niños con enfermedades crónicas y síntomas neuroconductuales. Por ejemplo, un ensayo controlado realizado en Canadá con 60 niños con TDAH demostró que un programa de ejercicio aeróbico de 12 semanas redujo significativamente los síntomas de inatención y mejoró el rendimiento académico (Hoza et al., 2016). Aunque estos estudios no incluyen específicamente a pacientes

con EII, proporcionan una base sólida para extender la investigación a poblaciones pediátricas más complejas.

En Europa, una experiencia piloto en Alemania incorporó programas de yoga adaptado y ejercicio moderado en pacientes con EII, reportando no solo mejoras físicas sino también psicológicas y cognitivas (Schäfer et al., 2020). Los participantes informaron mejor control emocional, mayor energía y reducción de síntomas depresivos, lo cual podría traducirse en mejoras paralelas en síntomas tipo TDAH.

En América Latina, aún son escasos los estudios específicos sobre esta intersección clínica, aunque programas de promoción de actividad física en escolares con enfermedades crónicas han mostrado buenos resultados en adherencia y bienestar emocional (González et al., 2021). Esto subraya la necesidad de iniciativas multicéntricas que incluyan variables neuroconductuales.

En los últimos años, el eje intestino-cerebro ha emergido como un punto de convergencia clave para comprender la interacción entre enfermedades gastrointestinales y trastornos neuropsiquiátricos. Este eje implica una compleja red de comunicación bidireccional entre el sistema nervioso central, el sistema entérico y la microbiota intestinal, influenciado por factores inmunológicos, endocrinos y neurohumorales (Mayer et al., 2015).

En pacientes con EII, se ha observado disbiosis intestinal —una alteración en la composición microbiana del intestino— que podría modular respuestas inflamatorias sistémicas y afectar la neurotransmisión cerebral (Kelly et al., 2015). La liberación de citoquinas proinflamatorias como la interleucina-6 (IL-6), el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y la proteína C reactiva (PCR) se ha relacionado con síntomas de fatiga, trastornos del estado de ánimo y disfunción cognitiva, características también presentes en el TDAH (Mikocka-Walus et al., 2016).

El ejercicio físico, al modular la microbiota intestinal y reducir los niveles de marcadores inflamatorios, puede restablecer la homeostasis del eje intestino-cerebro. Estudios en modelos animales han demostrado que el ejercicio induce cambios positivos en la diversidad microbiana,

con un aumento de bacterias beneficiosas como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (Allen et al., 2018). Estos cambios microbianos pueden a su vez influir sobre el metabolismo de neurotransmisores clave como la dopamina, cuya disfunción está estrechamente relacionada con el TDAH (Faraone et al., 2015).

La intensidad, frecuencia y duración óptimas del ejercicio aún son objeto de investigación. Sin embargo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física moderada o vigorosa para niños y adolescentes. En estudios con pacientes con TDAH, se ha observado que incluso sesiones de 20 a 30 minutos pueden producir beneficios agudos en atención y comportamiento (Pontifex et al., 2013).

En contextos clínicos, es esencial adaptar la prescripción de ejercicio a las capacidades individuales del paciente. En casos de EII activa o con síntomas intensos, actividades de bajo impacto como el yoga, el tai chi o la caminata pueden ser más apropiadas, mientras que en fases de remisión pueden considerarse ejercicios más vigorosos (Ng et al., 2013).

También se debe tener en cuenta la adherencia a largo plazo. Intervenciones con componente lúdico, grupal o competitivo tienden a tener mejor aceptación en población pediátrica.

El rol de la familia es fundamental tanto en el manejo de la EII como en la regulación de los síntomas del TDAH. En este sentido, fomentar entornos familiares que valoren y promuevan la actividad física puede potenciar los efectos beneficiosos del ejercicio. La parentalidad activa, la supervisión positiva y la participación conjunta en actividades físicas son factores que contribuyen a una mejor salud mental en niños con condiciones crónicas (Wang et al., 2018).

Además, la carga emocional que implica tener un hijo con dos diagnósticos complejos puede repercutir en la adherencia a los tratamientos, la organización del tiempo familiar y la percepción del propio bienestar. Por ello, incluir intervenciones familiares que integren el ejercicio físico como actividad compartida puede servir como estrategia terapéutica y fortalecedora de vínculos (Pelham et al., 2017).

En estudios con familias de niños con TDAH, aquellas que reportaban mayor cohesión familiar y estructura organizada lograban mejores resultados en programas conductuales y físicos (Chronis-Tuscano et al., 2013). En el caso de la EII, estrategias familiares centradas en la resiliencia también se asocian a mejor pronóstico psicosocial (Reigada et al., 2015).

Este estudio presenta varias limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, el tamaño muestral relativamente pequeño ($n = 45$) reduce la potencia estadística del análisis y limita la generalización de los hallazgos a otras poblaciones pediátricas con EII. Además, el diseño observacional transversal impide establecer relaciones causales entre la actividad física y la reducción de síntomas compatibles con TDAH, ya que no se puede determinar si la actividad física provoca la mejoría sintomática o si los niños con menor sintomatología tienen mayor disposición para ejercitarse. Otra limitación importante es la dependencia de medidas subjetivas, como los reportes de padres y docentes mediante escalas como la SNAP-IV y el CBCL, lo que puede introducir sesgos de información derivados de percepciones individuales o expectativas previas. Finalmente, no se emplearon herramientas objetivas para cuantificar la actividad física, como dispositivos de acelerometría o monitores de frecuencia cardíaca, lo cual restringe la precisión de las mediciones sobre la intensidad y duración del ejercicio realizado. Estas limitaciones subrayan la necesidad de estudios futuros con mayor rigor metodológico para validar y ampliar estos hallazgos preliminares.

El efecto positivo de la actividad física podría deberse a una combinación de mecanismos fisiológicos y psicosociales: reducción del estrés crónico, mejor regulación emocional, mejora en el sueño y fortalecimiento de habilidades sociales. Asimismo, la participación en actividades físicas grupales puede facilitar la integración social y la autoeficacia percibida.

7. IMPLICACIONES CLÍNICAS Y RECOMENDACIONES PRÁCTICAS

Se recomienda que las autoridades sanitarias desarrollen guías clínicas que incluyan la actividad física como componente estructural en el abordaje multidisciplinario de pacientes con EII y TDAH. Las políticas

escolares deben favorecer el acceso inclusivo a actividades físicas, evitando la estigmatización de niños con enfermedades crónicas.

El abordaje del TDAH y la EII en contextos multiculturales exige una visión sensible a las creencias, valores y expectativas de las familias. En algunas culturas, el TDAH puede no ser reconocido como una condición médica legítima, lo que puede dificultar el diagnóstico y tratamiento adecuado. Asimismo, en ciertos entornos, la participación en actividad física puede estar limitada por normas de género, prácticas religiosas o acceso económico.

Por ello, los programas de ejercicio deben diseñarse con un enfoque participativo, incluyendo a las familias y comunidades en su implementación. También es fundamental garantizar la equidad en el acceso a recursos recreativos y deportivos, particularmente en contextos rurales o de bajos ingresos.

En el entorno escolar, debe fomentarse un clima de inclusión que evite la estigmatización de niños con enfermedades crónicas o dificultades conductuales. La formación del personal docente en estrategias de integración, modificación de actividades y acompañamiento emocional puede ser determinante para el éxito de las intervenciones.

El abordaje de niños con comorbilidad EII-TDAH requiere la coordinación de múltiples actores: gastroenterólogos, neurólogos, psicólogos, pediatras, terapeutas físicos, educadores y trabajadores sociales. La inclusión de profesionales del deporte y la salud física puede optimizar los resultados terapéuticos.

Diversas investigaciones han señalado diferencias en la presentación clínica del TDAH según el sexo: las niñas tienden a presentar más síntomas de inatención y disfunción emocional, mientras que los varones manifiestan con mayor frecuencia hiperactividad e impulsividad (Rucklidge, 2010). En el contexto de la EII, algunos estudios sugieren que las adolescentes podrían ser más vulnerables a trastornos afectivos y a una imagen corporal negativa, lo que influye en su motivación para realizar ejercicio.

Por lo tanto, los programas deben tener en cuenta estas diferencias y promover espacios de actividad física no competitivos, seguros y emocionalmente contenedores, especialmente en niñas y adolescentes.

Se recomienda establecer protocolos de derivación y seguimiento compartido, así como el uso de historias clínicas electrónicas integradas que permitan monitorear los efectos de la actividad física sobre parámetros clínicos, conductuales y académicos.

La creación de unidades de atención integral para enfermedades crónicas pediátricas puede facilitar esta coordinación y asegurar un enfoque centrado en el paciente.

8. PERSPECTIVAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Se requieren estudios longitudinales y ensayos clínicos controlados que evalúen el efecto causal de programas específicos de ejercicio sobre los síntomas de TDAH en pacientes con EII. También sería relevante explorar el impacto de diferentes tipos de ejercicio (aeróbico, fuerza, yoga, etc.) y su frecuencia óptima. Finalmente, el uso de biomarcadores neuroinflamatorios y análisis de microbiota intestinal podría enriquecer la comprensión del eje intestino-cerebro.

Además de los estudios longitudinales mencionados anteriormente, sería útil explorar el impacto neurobiológico del ejercicio mediante técnicas de neuroimagen funcional (fMRI) y electroencefalografía. Estas herramientas podrían permitir visualizar los cambios en la conectividad cerebral asociados al entrenamiento físico.

Asimismo, es necesario realizar estudios multicéntricos con muestras más amplias y diversas, que incluyan diferentes contextos socioeconómicos y culturales. El rol de variables como el entorno familiar, el apoyo social y la adherencia terapéutica también debería ser considerado como moderador de los efectos del ejercicio.

9. CONCLUSIONES

La actividad física regular parece tener un efecto positivo sobre los síntomas de TDAH en pacientes pediátricos con EII. Su incorporación como herramienta terapéutica podría mejorar tanto la salud física como el bienestar neuropsicológico. Además, podría actuar como modulador del eje intestino-cerebro, con beneficios potenciales a largo plazo.

Se recomienda que los equipos multidisciplinarios consideren la prescripción de actividad física adaptada como parte del abordaje integral de estos pacientes. Asimismo, deben desarrollarse guías específicas para integrar el ejercicio como intervención no farmacológica en esta población vulnerable.

10. REFERENCIAS

- Allen, J. M., Mailing, L. J., Cohrs, J., Salmon, B., Fryer, J. D., & Woods, J. A. (2018). Exercise alters gut microbiota composition and function in lean and obese humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(4), 747–757.
- American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed., text rev.; DSM-5-TR™). APA Publishing.
- Arnold, L. E. (2011). Alternative treatments for adults with attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1216(1), 70–85.
- Benchimol, E. I., Fortinsky, K. J., Gozdyra, P., Van den Heuvel, M., Van Limbergen, J., & Griffiths, A. M. (2017). Epidemiology of pediatric inflammatory bowel disease: A systematic review of international trends. *Inflammatory Bowel Diseases*, 23(2), 202–217.
- Chang, Y. K., Liu, S., Yu, H. H., & Lee, Y. H. (2012). Effect of acute exercise on executive function in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 27(2), 225–237.
- Chronis-Tuscano, A., Seymour, K. E., Stein, M. A., Jones, H. A., Jiles, C. D., Rooney, M. E., & Pian, J. (2013). Trajectories of maternal depressive symptoms and child behavior problems: A longitudinal study of children with ADHD. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 42(6), 853–863.
- Clarke, S. F., Murphy, E. F., O’Sullivan, O., Ross, R. P., O’Toole, P. W., Shanahan, F., & Cotter, P. D. (2014). Exercise and associated dietary extremes impact on gut microbial diversity. *Gut*, 63(12), 1913–1920.
- Cryan, J. F., O’Riordan, K. J., Cowan, C. S., Sandhu, K. V., Bastiaanssen, T. F., Boehme, M.,... & Dinan, T. G. (2019). The microbiota-gut-brain axis. *Physiological Reviews*, 99(4), 1877–2013.
- Den Heijer, A. E., Groen, Y., Tucha, L., Fuermaier, A. B. M., Koerts, J., Lange, K. W., & Tucha, O. (2017). Sweat it out? The effects of physical exercise on cognition and behavior in children and adults with ADHD: A systematic literature review. *Journal of Neural Transmission*, 124(1), 3–26.

- Faraone, S. V., Asherson, P., Banaschewski, T., Biederman, J., Buitelaar, J. K., Ramos-Quiroga, J. A.,... & Franke, B. (2015). Attention-deficit/hyperactivity disorder. *Nature Reviews Disease Primers*, 1, Article 15020.
- Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2010). The relationship between physical activity and executive function performance in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 32(6), 753–763.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: Exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(1), 58–65.
- Hoza, B., Martin, C. P., Pirog, A., & Shoulberg, E. K. (2015). Using physical activity to manage ADHD symptoms: The state of the evidence. *Current Psychiatry Reports*, 17(12), 1–9.
- Jastrowski Mano, K. E., Khan, K. A., Ladwig, R. J., Weisman, S. J., & Hommel, K. A. (2013). The relationship between parent and child functioning in pediatric inflammatory bowel disease. *Children's Health Care*, 42(2), 102–115.
- Kelly, J. R., Minuto, C., Cryan, J. F., Clarke, G., Dinan, T. G. (2015). The role of the gut microbiome in the development of schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 168(1–2), 428–435.
- Ludyga, S., Gerber, M., Brand, S., Holsboer-Trachsler, E., & Pühse, U. (2018). Acute effects of moderate aerobic exercise on specific aspects of executive function in different age and fitness groups: A meta-analysis. *Psychophysiology*, 55(1), e12864.
- Mackner, L. M., & Crandall, W. V. (2005). Long-term psychosocial outcomes reported by children and adolescents with inflammatory bowel disease. *American Journal of Gastroenterology*, 100(6), 1386–1392.
- Mayer, E. A., Tillisch, K., & Gupta, A. (2015). Gut/brain axis and the microbiota. *The Journal of Clinical Investigation*, 125(3), 926–938.
- Mikocka-Walus, A., Knowles, S. R., Keefer, L., & Graff, L. (2016). Controversies revisited: A systematic review of the comorbidity of depression and anxiety with inflammatory bowel diseases. *Inflammatory Bowel Diseases*, 22(3), 752–762.
- Neuendorf, R., Harding, A., Stello, N., Hanes, D., & Wahbeh, H. (2016). Depression and anxiety in patients with inflammatory bowel disease: A systematic review. *Journal of Psychosomatic Research*, 87, 70–80.

- Ng, V., Millar, M., & Leung, Y. (2013). Exercise and inflammatory bowel disease: Current perspectives. *Canadian Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 27(6), 329–334.
- Pelham, W. E., Fabiano, G. A., Waxmonsky, J. G., Greiner, A. R., Gnagy, E. M., Coxe, S.,... & Hart, K. C. (2017). Treatment sequencing for childhood ADHD: A multiple-randomization study of adaptive medication and behavioral interventions. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 46(4), 396–415.
- Pontifex, M. B., Saliba, B. J., Raine, L. B., Picchietti, D. L., & Hillman, C. H. (2013). Exercise improves behavioral, neurocognitive, and scholastic performance in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Pediatrics*, 162(3), 543–551.
- Reigada, L. C., Bruzzese, J. M., Benkov, K. J., Levy, J., & Izzo, G. N. (2015). Health-related quality of life in pediatric inflammatory bowel disease: The role of disease activity and parenting stress. *Journal of Pediatric Psychology*, 40(7), 737–746.
- Rucklidge, J. J. (2010). Gender differences in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychiatric Clinics of North America*, 33(2), 357–373.
<https://doi.org/10.1016/j.psc.2010.01.006>
- Sibley, B. A., Etnier, J. L., & Le Masurier, G. C. (2016). Effects of an acute bout of exercise on cognitive aspects of executive function in children. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 28(3), 367–378.
- Sowa, M., & Meulenbroek, R. (2012). Effects of physical exercise on autism spectrum disorders: A meta-analysis. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 6(1), 46–57.
- Verret, C., Guay, M. C., Berthiaume, C., Gardiner, P., & Béliveau, L. (2012). A physical activity program improves behavior and cognitive functions in children with ADHD: An exploratory study. *Journal of Attention Disorders*, 16(1), 71–80.
- Wang, M., Sandberg, J. G., & Davison, K. K. (2018). The role of parenting in the association between family income and physical activity in youth. *Journal of Physical Activity and Health*, 15(10), 720–726.
- World Health Organization. (2018). Global action plan on physical activity 2018–2030: More active people for a healthier world. <http://bit.ly/4n46VqT>
- Zang, Y., Zhang, X., Zhu, Z., & Zhang, X. (2019). Effects of physical activity on anxiety and depression in adolescents with chronic illnesses: A meta-analysis. *Journal of Pediatric Nursing*, 45, 62–68.

EFFECTOS DE INTERVENCIONES BASADAS EN EJERCICIO SOBRE EL SUEÑO EN PACIENTES CON FIBROMIALGIA. REVISIÓN LITERARIA

LEONARDO RODRÍGUEZ LAGOS

*Grupo de Investigación Neurociencia Cognitiva, Dolor y Rehabilitación
(NECODOR). Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Rey Juan Carlos.
Madrid, España*

1. INTRODUCCIÓN

La fibromialgia (FM) es un síndrome de dolor crónico generalizado que afecta aproximadamente al 1-5% de la población mundial, con una mayor prevalencia en mujeres (Jones et al., 2015). Además del dolor, los pacientes con FM experimentan una amplia gama de síntomas, entre los cuales las alteraciones del sueño son uno de los más prevalentes y debilitantes. Se estima que entre el 70% y el 90% de las personas con FM reportan problemas significativos de sueño, incluyendo dificultad para conciliarlo, despertares frecuentes y sensación de sueño no reparador (Andrade et al., 2020; Wagner et al., 2012).

Dentro del manejo multimodal de la FM, el ejercicio terapéutico ha emergido como una estrategia no farmacológica de primera línea, con evidencia que respalda sus beneficios no solo en la reducción del dolor y la fatiga, sino también en la mejora de la arquitectura del sueño. Sin embargo, persisten interrogantes sobre qué modalidad de ejercicio (aeróbico, de resistencia, acuático, cuerpo-mente, etc.) es más efectiva para abordar las alteraciones del sueño en esta población.

Este capítulo explora los efectos del ejercicio sobre el sueño en pacientes con FM, desde un marco teórico que contextualiza la enfermedad y sus manifestaciones clínicas, recomendaciones prácticas para la prescripción de ejercicio, hasta una puesta al día mediante una revisión de la literatura científica.

1.1. FIBROMIALGIA Y ALTERACIONES DEL SUEÑO

La FM se caracteriza por una compleja interacción de síntomas que incluyen dolor musculoesquelético persistente, fatiga debilitante, alteraciones cognitivas frecuentemente denominadas "fibro-fog" o "niebla mental", trastornos emocionales como ansiedad y depresión, y, de manera particularmente relevante, alteraciones del sueño. Estas últimas representan uno de los aspectos más incapacitantes de la enfermedad, contribuyendo sustancialmente al deterioro de su calidad de vida.

Entre el 65% y 99% de los pacientes reportan dificultades para dormir, y solo el 11,2% logra un sueño reparador, lo que impacta significativamente su calidad de vida (Wagner et al., 2012). En el dolor crónico en general, los trastornos del sueño afectan al 53-90% de los casos, con un 44% de pacientes presentando diagnósticos específicos como insomnio (72%), síndrome de piernas inquietas (32%) o apnea obstructiva (32%) (2018). Estas alteraciones no solo son una consecuencia del dolor, sino que mantienen una relación bidireccional, contribuyendo a un mayor deterioro funcional, peor salud mental y una reducción en la calidad de vida. Esta interacción bidireccional hace particularmente complejo su abordaje. Por un lado, la hiperalgesia y los procesos inflamatorios subyacentes a la FM interfieren con la arquitectura normal del sueño. Por otro, la privación de sueño profundo exacerba la percepción dolorosa al reducir el umbral del dolor y alterar los mecanismos descendentes de modulación nociceptiva (Runge et al., 2024). Esta interacción crea un círculo vicioso donde dolor y sueño deficiente se potencian mutuamente, explicando en parte la cronicidad y resistencia al tratamiento que caracterizan a este síndrome.

Bidireccionalidad sueño-dolor

Un metaanálisis reciente (Runge et al., 2024) confirmó que:

- Los problemas de sueño aumentan el riesgo de desarrollar dolor musculoesquelético crónico (OR 1.64 a corto plazo, OR 1.39 a largo plazo).
- El dolor generalizado (como en la FM) incrementa el riesgo de desarrollar trastornos del sueño a largo plazo (OR 2.0).
- Estos hallazgos respaldan la necesidad de abordar el sueño como un objetivo terapéutico prioritario en la FM.

Sensibilización central y alteraciones del sueño

Uno de los mecanismos clave en la FM es la sensibilización central (SC), un estado en el que el sistema nervioso central (SNC) amplifica las señales nociceptivas debido a una hiperexcitabilidad neuronal (Woolf, 2011).

Este fenómeno abarca desde la hiperactividad de neuronas espinales hasta el procesamiento sensorial alterado en el cerebro, evidenciado por una mayor activación en áreas como la corteza somatosensorial, ínsula y tálamo, así como por desequilibrios en los mecanismos descendentes de control del dolor. Además, núcleos del tronco encefálico y vías facilitadoras nociceptivas contribuyen a este fenómeno, potenciado frecuentemente por factores cognitivo-emocionales como catastrofización, estrés o hipervigilancia. Además de la función neuronal, estudios preclínicos sugieren que la falta de sueño y el estrés crónico pueden activar las células gliales, llevando a un estado de inflamación neurogénica de bajo grado caracterizado por la liberación de citocinas proinflamatorias (IL-1 β , TNF- α) y factores como el BDNF (Nijs et al., 2017). Esta activación glial contribuye a:

- Mayor percepción del dolor.
- Alteraciones en la regulación del sueño (fragmentación del sueño profundo).
- Mayor fatiga diurna.

Aunque el origen de la SC puede vincularse a la activación glial aberrante, sus desencadenantes varían: en el cerebro, el estrés severo y los trastornos del sueño parecen ser factores clave, mientras que en la médula espinal predominan la inflamación periférica o el daño nervioso. Esta compleja interacción subraya la naturaleza multifactorial de la SC, donde componentes neuroquímicos, estructurales y psicológicos convergen para modular la experiencia dolorosa.

La privación del sueño tiene efectos profundos en la percepción del dolor, induciendo hiperalgesia generalizada y deteriorando los mecanismos inhibitorios endógenos en personas sanas, lo que sugiere que los

trastornos del sueño no solo perpetúan la SC en el dolor crónico, sino que pueden ser un factor etiológico clave. Esta relación podría explicarse por alteraciones en sistemas neurotransmisores compartidos, como las vías dopaminérgicas mesolímbicas (vinculadas tanto a la regulación del sueño como a la analgesia endógena) y serotoninérgicas (cruciales para el ritmo circadiano y la modulación descendente del dolor) (Finan et al., 2013; Whitney et al., 2015). Además, la serotonina, precursora de la melatonina, destaca la importancia de factores como la dieta, la exposición a luz natural y hábitos de sueño saludables. Estudios preclínicos respaldan el papel analgésico de los receptores de melatonina MT2 (Lopez-Canul et al., 2015), mientras que los opioides, al interferir con el sueño profundo y REM, ilustran la compleja interacción entre los sistemas de dolor, sueño y farmacología (Greco et al., 2008). Así, la conexión entre sueño y dolor parece mediada por mecanismos neurobiológicos superpuestos, donde intervenciones que mejoren uno podrían beneficiar al otro.

Evaluación de las alteraciones del sueño en FM

La evaluación de los trastornos del sueño, en particular del insomnio, en pacientes con fibromialgia y dolor crónico debe ser rigurosa y sistemática, dada su alta prevalencia y su relación bidireccional con el dolor. El insomnio se define clínicamente como una latencia de sueño superior a 30 minutos y/o despertares nocturnos prolongados, ocurriendo al menos tres veces por semana durante más de tres meses (Sateia, 2014). En la práctica clínica, se recomienda que los profesionales de la salud —incluidos fisioterapeutas— interroguen brevemente a los pacientes sobre sus patrones de sueño, identificando si los problemas comenzaron antes o después del inicio del dolor. Herramientas como el Insomnia Severity Index (ISI), el Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) y diarios de sueño permiten cuantificar subjetivamente la severidad del insomnio y monitorear su evolución. Un puntaje superior a 14 en el ISI se considera clínicamente significativo en personas con dolor crónico. Ante sospecha de trastornos primarios del sueño, como apnea o alteraciones del ritmo circadiano, se debe derivar al paciente para una polisomnografía, no para diagnosticar insomnio, sino para descartar condiciones

subyacentes. La entrevista clínica también debe explorar aspectos clave como la calidad subjetiva del sueño, número de despertares, eficiencia del sueño, higiene del sueño, hábitos como siestas, características del entorno para dormir, y la presencia de factores psicosociales como estrés, ansiedad o creencias disfuncionales sobre el sueño. Asimismo, debe indagarse el uso de medicación hipnótica o antecedentes de abuso de sustancias, ya que pueden influir negativamente en la arquitectura del sueño y en la respuesta al tratamiento. Esta evaluación integral no solo permite identificar la presencia y severidad del insomnio, sino que también orienta hacia intervenciones terapéuticas adecuadas, como la terapia cognitivo-conductual para el insomnio (CBT-I), la cual ha mostrado ser eficaz incluso cuando es implementada por fisioterapeutas entrenados. En este contexto, el abordaje del insomnio en pacientes con fibromialgia constituye un componente esencial de un enfoque biopsicosocial, ya que el sueño deficiente puede exacerbar la sensibilización central, disminuir la tolerancia al dolor y dificultar la recuperación funcional. Por lo tanto, evaluar y tratar adecuadamente los trastornos del sueño es fundamental para mejorar la calidad de vida y el pronóstico clínico de estos pacientes (Nijs et al., 2018).

1.2. ABORDAJE TERAPÉUTICO DE LAS ALTERACIONES DEL SUEÑO EN FIBROMIALGIA

El manejo de los trastornos del sueño en fibromialgia no debería basarse principalmente en farmacoterapia, ya que las opciones disponibles muestran beneficios limitados y riesgos considerables. Aunque la amitriptilina, ciclobenzaprina y pregabalina son recomendadas por la guía EULAR (Macfarlane et al., 2017) para mejorar el sueño, la evidencia sobre su eficacia es inconsistente: la pregabalina muestra cierta utilidad pero con riesgo de uso indebido, mientras que la amitriptilina, duloxetina y milnaciprán no demuestran beneficios significativos. Así, estos fármacos no están exentos de limitaciones. Los efectos secundarios, que incluyen aumento de peso, mareos y somnolencia diurna, junto con el potencial de desarrollar tolerancia, hacen que su uso a largo plazo sea problemático.

Estas limitaciones han impulsado la búsqueda de intervenciones no farmacológicas efectivas. La terapia cognitivo-conductual para el insomnio

(TCC-I), adaptada a las necesidades específicas de los pacientes con fibromialgia, ha mostrado resultados prometedores (Pathak et al., 2025). Esta intervención estructurada aborda los factores cognitivos (preocupaciones excesivas sobre el sueño) y conductuales (hábitos inadecuados) que perpetúan el insomnio, con efectos que se mantienen a largo plazo. Las técnicas de higiene del sueño, aunque menos potentes por sí solas, constituyen un complemento esencial a cualquier intervención.

Dentro de este panorama, el ejercicio terapéutico emerge como una estrategia particularmente atractiva por varios motivos. A diferencia de los fármacos, no produce efectos secundarios significativos cuando está bien dosificado. Sus beneficios no se limitan al sueño, sino que impactan positivamente en otros síntomas nucleares de la FM (Nijs et al., 2018). Además, empodera al paciente al convertirlo en agente activo de su propio tratamiento. Sin embargo, la prescripción óptima de ejercicio en este contexto requiere comprender sus mecanismos de acción y adaptarlo a las particularidades de cada paciente.

Efectos generales del ejercicio sobre el sueño en fibromialgia

Los efectos beneficiosos del ejercicio sobre el sueño en pacientes con fibromialgia pueden explicarse a través de múltiples mecanismos interrelacionados que actúan tanto a nivel periférico como central (Driver & Taylor, 2000).

Modulación de neurotransmisores

- Regula sistemas serotoninérgicos, restaurando ritmos circadianos alterados
- Promueve sueño profundo al normalizar la disponibilidad de serotonina
- Corrige desequilibrios neuroquímicos asociados al dolor y trastornos del sueño

Liberación de endorfinas

- Activa opioides endógenos con efecto analgésico y ansiolítico

- Mitiga la hiperactivación autonómica que interfiere con el inicio del sueño
- Compensa la disfunción del sistema opioide característica de la FM

Regulación autonómica

- Equilibra el predominio simpático y mejora el tono vagal
- Aumenta la variabilidad de la frecuencia cardíaca
- Facilita transiciones fisiológicas entre fases del ciclo sueño-vigilia

Efecto antiinflamatorio

- Modula niveles de citoquinas proinflamatorias (IL-6, IL-8)
- Reduce impacto sobre centros hipotalámicos reguladores del sueño
- Atenúa procesos inflamatorios subclínicos en subgrupos de pacientes

Impacto psicológico

- Disminuye síntomas ansiosos y depresivos
- Mejora la autoeficacia y manejo del dolor
- Rompe el ciclo estrés-hiperactivación-sueño fragmentado

Estos mecanismos actúan sinérgicamente, explicando la eficacia del ejercicio como intervención multimodal en FM. La integración de efectos neuroquímicos, autonómicos, antiinflamatorios y psicológicos sustenta su papel terapéutico clave.

Efectos diferenciados del ejercicio sobre el sueño en fibromialgia

La literatura científica ha explorado diversos tipos de intervenciones basadas en ejercicio para mejorar el sueño en pacientes con fibromialgia, cada una con mecanismos de acción particulares y perfiles de

eficacia distintivos. El ejercicio aeróbico de intensidad moderada emerge como la modalidad más estudiada, con ensayos clínicos que demuestran mejoras consistentes tanto en parámetros subjetivos como objetivos del sueño (Arcos-Carmona et al., 2011). Un metaanálisis reciente que incluyó 15 estudios controlados encontró que programas de caminata o ciclismo estacionario, realizados durante 12 a 24 semanas con frecuencia de 2 a 3 sesiones semanales, produjeron reducciones clínicamente significativas en el Índice de PSQI, especialmente en los dominios de latencia de sueño y eficiencia del descanso. Estos beneficios parecen mediados por la normalización de los ritmos circadianos de cortisol y la reducción de la hiperactividad del eje hipotálamo-pituitario-adrenal, frecuentemente alterado en esta población.

Los ejercicios de resistencia muscular presentan un perfil de acción diferente pero complementario (Bastos et al., 2023). Programas supervisados de entrenamiento de fuerza, particularmente aquellos que enfatizan la progresión gradual de cargas y el trabajo excéntrico controlado, han demostrado capacidad para aumentar la proporción de sueño de ondas lentas en estudios polisomnográficos. Este efecto podría relacionarse con la restauración del equilibrio entre los sistemas serotoninérgico y dopaminérgico en áreas cerebrales implicadas en la regulación del sueño profundo. Un aspecto relevante es que las mejoras en la arquitectura del sueño con este tipo de ejercicio suelen manifestarse después de las 8 a 10 semanas de intervención, sugiriendo que los mecanismos neuroadaptativos requieren tiempo para establecerse.

Las intervenciones en medio acuático ofrecen ventajas únicas para esta población (Bidonde et al., 2014). La combinación de propiedades físicas del agua (flotación, viscosidad y temperatura) con el ejercicio estructurado crea un ambiente terapéutico particularmente adecuado para pacientes con dolor generalizado y fatiga severa. Estudios comparativos han encontrado que los programas acuáticos, especialmente aquellos que incorporan principios de Halliwick, producen mejoras más rápidas en la percepción de sueño reparador que sus contrapartes en tierra, probablemente debido a la reducción inmediata de la carga articular y el efecto relajante de la inmersión. Sin embargo, la accesibilidad

limitada a piscinas terapéuticas adecuadamente climatizadas sigue siendo una barrera importante para su implementación generalizada.

Los enfoques cuerpo-mente, como el yoga adaptado, el tai chi o el qigong (Sarmiento et al., 2020), han ganado reconocimiento por su capacidad para abordar simultáneamente los componentes físicos y psicológicos de los trastornos del sueño en fibromialgia. Las técnicas que combinan posturas suaves, ejercicios respiratorios y meditación muestran efectos particularmente robustos sobre el insomnio de conciliación, reduciendo la actividad del sistema nervioso simpático durante las horas previas al sueño. Un ensayo clínico reciente que comparó yoga con ejercicios de estiramiento convencionales encontró diferencias significativas a favor del primero en parámetros de activación cortical medida mediante electroencefalografía cuantitativa pre-sueño.

Evidencia general

Una revisión sistemática y metaanálisis reciente (Cuenca-Martínez et al., 2023) analizó 42 estudios y encontró que:

- Las intervenciones basadas en ejercicio tienen un efecto moderado en la mejora de la calidad del sueño ($SMD = -0.46$; IC 95%: -0.69 a -0.23).
- La certeza de la evidencia es baja, debido a la heterogeneidad de los estudios y limitaciones metodológicas.
- Otra revisión (Estévez-López et al., 2021) reportó un efecto pequeño pero significativo del ejercicio sobre el sueño ($SMD = -0.17$).

Tipos de ejercicio y su efectividad (Cuenca-Martínez et al., 2023; Estévez-López et al., 2021)

1. Ejercicios mente-cuerpo (yoga, tai chi, qigong)

Efecto moderado ($SMD = -0.55$).

Mecanismos propuestos: podrían atenuar la hiperactividad simpática mediante técnicas de respiración, relajación y concentración mental. Se

ha observado que estos ejercicios elevan los niveles de serotonina y ácido gamma-aminobutírico (GABA), dos neurotransmisores inhibitorios clave para la regulación del sistema nervioso central. En consecuencia, se postula que estos enfoques integradores poseen un potencial terapéutico superior en comparación con formas de ejercicio más intensas y estructuradas.

Ventaja: bajo impacto, adecuado para pacientes con limitaciones físicas.

2. Ejercicio aeróbico

- Efecto pequeño o nulo cuando se realiza de forma aislada (SMD = -0.04).
- Puede ser más efectivo si se combina con entrenamiento de flexibilidad.

3. Terapia acuática

- Algunos estudios reportan mejorías modestas, pero la evidencia es limitada.
- Beneficios adicionales: reducción de la carga articular, menor percepción de esfuerzo.

4. Ejercicio de fortalecimiento

- Resultados inconsistentes (SMD = -0.52, pero no significativo).
- Puede ser útil en combinación con otras modalidades.

5. Enfoques multimodales (combinación de ejercicios)

- Mayor efectividad (SMD = -1.11).
- Ejemplo: programa que integra aeróbico, fortalecimiento y técnicas de relajación.

Aunque el ejercicio se ha posicionado como una estrategia terapéutica clave, persiste incertidumbre sobre qué modalidad muestra mayor efectividad para mejorar específicamente la calidad del sueño en esta

población. Por este motivo se necesita una revisión actualizada y proporcionar recomendaciones basadas en evidencia para optimizar el manejo no farmacológico de este síntoma debilitante, priorizando estrategias seguras y aplicables en la práctica clínica.

2. OBJETIVO

El objetivo principal de esta revisión general fue evaluar el impacto de las intervenciones basadas en ejercicio en la calidad del sueño en pacientes con FM. Además, se investigaron los efectos entre las diferentes modalidades de ejercicio en la calidad del sueño en pacientes con FM.

3. METODOLOGÍA

Se realizaron búsquedas en las bases de datos PubMed y Web of Science para encontrar revisiones sistemáticas publicadas entre 2020 y 2025. Se utilizaron los siguientes términos de búsqueda en combinación con operadores booleanos: fibromialgia, ejercicio y sueño. No se aplicó filtro de idioma. Aquellas revisiones que no aplicaron una herramienta de evaluación de la calidad metodológica a los estudios (p. ej., PEDro, RoB, Jadad) y no analizaron independientemente la variable sueño fueron excluidas.

4. RESULTADOS

La búsqueda arrojó 23 revisiones sistemáticas, de las cuales 15 fueron incluidas. Las intervenciones estudiadas fueron principalmente el ejercicio aeróbico y diversos tipos de ejercicio tradicional chino. Además, terapia acuática, yoga y ejercicio de fortalecimiento. La mayoría de los estudios incluidos en la revisión evaluaron la calidad del sueño mediante instrumentos subjetivos, como cuestionarios autoinformados. Esto representa una limitación metodológica relevante, ya que las medidas subjetivas podrían no reflejar con precisión los cambios fisiológicos en el sueño. La literatura existente sugiere que existe una baja correlación entre indicadores objetivos (como los obtenidos mediante polisomnografía) y la percepción subjetiva de calidad del sueño, lo cual introduce incertidumbre en la interpretación de los resultados. La evaluación del nivel de

evidencia mediante el sistema GRADE posiciona la mayoría de los hallazgos en niveles bajos o moderados de certeza, principalmente debido a la imprecisión y la heterogeneidad de los resultados.

Trece de las 15 revisiones concluyen que las intervenciones basadas en ejercicio son eficaces para mejorar la calidad del sueño a corto plazo. Dos revisiones sistemáticas no encontraron diferencias significativas entre el ejercicio aeróbico en el hogar (7 ECAs analizados) y un enfoque de ejercicio mixto (25 ECAs analizados), comparados con un grupo control pasivo (Tabla 1). En comparación con el placebo o tratamientos simulados, hubo cierta evidencia de que el ejercicio el entrenamiento aeróbico combinado con entrenamiento de flexibilidad y el ejercicio meditativo o mente-cuerpo (p. ej., yoga, qigong, tai chi) podrían mejorar el sueño. También se observó una posible mejora modesta del sueño con el ejercicio acuático y de fortalecimiento, sin embargo, estos hallazgos derivan de muestras relativamente pequeñas.

1.- Tabla resumen de las revisiones sistemáticas seleccionadas.

Autor (año)	Tipo de ejercicio	Número de estudios	Efectos positivos
1. Hudson (2025)(Hudson et al., 2025)	Ejercicio aeróbico, de flexibilidad y terapia acuática	65	Sí
2. Çamur (2025)(Çamur Ünlü & Kaplan Serin, 2025)	Qigong	4	Sí
3. Mao (2024)(Mao et al., 2024)	AMTC + estiramientos	—	Sí
4. Han (2024)(Han et al., 2024)	Ejercicio aeróbico, de resistencia y flexibilidad	19	Sí
5. Pathak (2023)(Pathak et al., 2023)	Mente cuerpo, aeróbico, danza, acuático, estabilización, realidad virtual.	25	No
6. de Souza (2025)(de Souza et al., 2025)	Ejercicio aeróbico en casa	7	No
7. Wang (2024)(Wang & Luo, 2024)	Ejercicio tradicional chino	15	Sí
8. Liu (2023)(Liu et al., 2023)	Ejercicio tradicional chino	20	Sí
9. Kundakci (2022)(Kundakci et al., 2022)	Ejercicio aeróbico, de resistencia y mente-cuerpo	22	Sí (sólo aeróbicos)
10. Estévez-López (2021)(Estévez-López et al., 2021)	Ejercicio aeróbico, de resistencia y mente-cuerpo	12	Sí
11. Bravo (2024)(Bravo et al., 2024)	Terapia acuática	22	Sí

12. Du (2023)(Du et al., 2023)	Ejercicio tradicional chino	12	Sí
13. Bastos (2023)(Bastos et al., 2023)	Ejercicio de resistencia	6	Sí
14. de Orleans (2023)(de Orleans Casagrande et al., 2023)	Yoga	18	Sí
15. Cuenca-Martínez (2023)(Cuenca-Martínez et al., 2023)	Ejercicio aeróbico, de resistencia y mente-cuerpo	42	Sí (sólo mente-cuerpo)

Fuente: elaboración propia

Ejercicios más efectivos:

Los programas multicomponentes (aeróbico + fuerza) y las terapias mente-cuerpo (Tai Chi/Yoga) mostraron los efectos más consistentes en sueño y dolor.

Métricas de sueño:

Mejoras principalmente en escalas subjetivas (PSQI), pero pocos cambios en parámetros objetivos (polisomnografía).

Dosis óptima:

Programas de ≥ 12 semanas con sesiones ≥ 3 veces/semana tuvieron mayores efectos. Intensidad moderada.

Limitaciones:

Alta heterogeneidad en algunos metaanálisis.

5. DISCUSIÓN

La individualización de las intervenciones basadas en ejercicio para mejorar el sueño en fibromialgia requiere considerar múltiples factores clínicos y psicosociales. La evaluación inicial debe incluir no solo una caracterización detallada de los patrones de sueño (preferiblemente mediante diarios de sueño durante al menos dos semanas), sino también una valoración exhaustiva de los factores que pueden afectar la adherencia, como el nivel de actividad física previa, las comorbilidades asociadas y las preferencias personales.

Para pacientes con insomnio predominante de conciliación, se recomienda priorizar ejercicios de tipo cuerpo-mente realizados en las primeras horas de la tarde. Las secuencias de yoga restaurativo o tai chi adaptado, con duración de 30 a 45 minutos y énfasis en técnicas de respiración diafragmática, han demostrado particular eficacia para reducir la hiperactivación psicofisiológica que interfiere con el inicio del sueño. Es crucial evitar la práctica cercana a la hora de acostarse, ya que el aumento temporal de la temperatura corporal central podría tener efectos paradójicos.

En casos de sueño fragmentado con múltiples despertares, la combinación de ejercicio aeróbico moderado por la mañana (caminata en cinta o bicicleta estática, comenzando con 10-15 minutos y progresando gradualmente) con sesiones breves de relajación muscular progresiva al acostarse ha mostrado resultados prometedores. La dosificación del componente aeróbico debe ajustarse cuidadosamente para permanecer dentro del umbral aeróbico individual, utilizando escalas de esfuerzo percibido (Borg 4-6/10) como guía más confiable que las fórmulas basadas en frecuencia cardíaca, dada la frecuente comorbilidad con taquicardia postural en esta población.

Para abordar el síntoma de sueño no reparador, el entrenamiento de resistencia supervisado dos veces por semana parece ofrecer el mejor balance entre eficacia y tolerabilidad. Un protocolo efectivo podría incluir 8-10 ejercicios multiarticulares con máquinas de resistencia, comenzando con 1 serie de 10-12 repeticiones al 30-40% de 1RM y progresando muy gradualmente en intensidad. La inclusión de fases excéntricas controladas parece particularmente beneficiosa para mejorar la arquitectura del sueño, aunque requiere una instrucción cuidadosa para evitar dolor muscular tardío excesivo.

La educación del paciente constituye un componente esencial de cualquier intervención. Explicar la relación bidireccional entre ejercicio y sueño, establecer expectativas realistas sobre el tiempo necesario para observar beneficios (generalmente 6-8 semanas) y enseñar estrategias de autorregulación son elementos que mejoran significativamente la adherencia a largo plazo. El uso de tecnologías de monitoreo sencillas, como diarios de sueño-ejercicio o dispositivos wearables básicos,

puede proporcionar retroalimentación motivacional y facilitar los ajustes necesarios en el programa.

Basado en la evidencia actual, se sugieren las siguientes pautas:

Priorizar ejercicios mente-cuerpo y programas combinados: los ejercicios mente-cuerpo (como yoga, tai chi o qigong) y los programas que combinan modalidades (aeróbicos, fuerza y relajación) mostraron los mayores efectos positivos en la mejora de la calidad del sueño. Por tanto, se sugiere incluir rutinas de ejercicio cuerpo-mente o programas mixtos como parte del tratamiento no farmacológico de la FM. Estas modalidades parecen modular tanto componentes físicos como autonómicos y psicológicos implicados en los trastornos del sueño.

Combinar modalidades: aunque el ejercicio aeróbico y el de fuerza tienen beneficios en otros síntomas de la FM, cuando se aplican de forma aislada no mostraron efectos estadísticamente significativos en la calidad del sueño. Por lo tanto, la recomendación es no utilizar como primera línea el ejercicio aeróbico o de fuerza aislado para tratar específicamente el insomnio o la baja calidad de sueño en FM, dado que estos ejercicios pueden generar fatiga excesiva y no logran los mismos beneficios que los modelos combinados.

Individualizar la prescripción: la respuesta al ejercicio varía ampliamente entre pacientes con FM. Es probable que los programas rígidos o de alta intensidad no sean bien tolerados. Se recomienda diseñar programas personalizados, progresivos y adaptados a la tolerancia individual del paciente, para minimizar el riesgo de exacerbar la fatiga y mejorar la adherencia.

Duración e intensidad:

- Frecuencia: ≥ 2 -3 sesiones/semana.
- Duración: ≥ 8 -12 semanas para observar efectos.
- Intensidad: moderada (evitar sobre esfuerzo que pueda empeorar el dolor).

Integrar el tratamiento del sueño dentro del enfoque multidimensional: dada la fuerte relación entre sueño, dolor, fatiga y bienestar

emocional, el tratamiento del sueño no debe abordarse de forma aislada. Es necesario incorporar la mejora del sueño como objetivo explícito dentro de un enfoque biopsicosocial que incluya ejercicio, educación en dolor y estrategias psicológicas.

Instruir al paciente sobre los beneficios del ejercicio en el sueño: los pacientes con FM suelen experimentar ansiedad frente al ejercicio debido al temor de agravar síntomas. Por este motivo, es crucial educar sobre los mecanismos fisiológicos por los que el ejercicio puede mejorar el sueño (como la modulación del sistema nervioso autónomo o la regulación del eje neuroendocrino). Una mayor comprensión promueve la motivación y la adherencia.

Evaluar la calidad del sueño con instrumentos válidos: se recomienda utilizar instrumentos estandarizados y validados para evaluar el impacto de la intervención sobre la calidad del sueño, como el PSQI o el ISI. Esto permite una monitorización precisa del progreso y facilita la toma de decisiones clínicas.

Interpretar con cautela la evidencia actual y fomentar nuevas investigaciones: los hallazgos actuales deben interpretarse teniendo en cuenta la baja calidad de la evidencia debido a la heterogeneidad de estudios y la predominancia de medidas subjetivas. Es preferible evitar generar falsas expectativas y aconsejar a los pacientes sobre los beneficios potenciales del ejercicio, pero aclarar que se requieren más estudios para determinar parámetros óptimos.

6. CONCLUSIONES

Las intervenciones basadas en ejercicio, particularmente los enfoques mente-cuerpo y los programas multimodales, pueden tener un efecto modesto, pero clínicamente relevante en la mejora de la calidad del sueño en pacientes con fibromialgia. Aunque la certeza de la evidencia es aún baja, el ejercicio sigue siendo una opción terapéutica segura y con múltiples beneficios adicionales (reducción del dolor, mejora de la función física).

Se recomienda integrar el ejercicio dentro de un enfoque multimodal que también aborde factores como el estrés, la alimentación y la

educación en dolor. Futuras investigaciones deberán optimizar los protocolos y explorar estrategias para mantener los beneficios a largo plazo.

7. REFERENCIAS

- Andrade, A., Vilarino, G. T., Sieczkowska, S. M., Coimbra, D. R., Bevilacqua, G. G., & Steffens, R. de A. K. (2020). The relationship between sleep quality and fibromyalgia symptoms. *Journal of Health Psychology*, 25(9), 1176-1186. <https://doi.org/10.1177/1359105317751615>
- Arcos-Carmona, I. M., Castro-Sánchez, A. M., Matarán-Peñarrocha, G. A., Gutiérrez-Rubio, A. B., Ramos-González, E., & Moreno-Lorenzo, C. (2011). [Effects of aerobic exercise program and relaxation techniques on anxiety, quality of sleep, depression, and quality of life in patients with fibromyalgia: A randomized controlled trial]. *Medicina Clínica*, 137(9), 398-401. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.09.045>
- Bastos, A. C. R. de F., Vilarino, G. T., de Souza, L. C., Dominski, F. H., Branco, J. H. L., & Andrade, A. (2023). Effects of resistance training on sleep of patients with fibromyalgia: A systematic review. *Journal of Health Psychology*, 28(11), 1072-1084. <https://doi.org/10.1177/13591053231172288>
- Bidonde, J., Busch, A. J., Webber, S. C., Schachter, C. L., Danyliw, A., Overend, T. J., Richards, R. S., & Rader, T. (2014). Aquatic exercise training for fibromyalgia. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2014(10), CD011336. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011336>
- Bravo, C., Rubí-Carnacea, F., Colomo, I., Sánchez-de-la-Torre, M., Fernández-Lago, H., & Climent-Sanz, C. (2024). Aquatic therapy improves self-reported sleep quality in fibromyalgia patients: A systematic review and meta-analysis. *Sleep & Breathing = Schlaf & Atmung*, 28(2), 565-583. <https://doi.org/10.1007/s11325-023-02933-x>
- Çamur Ünlü, E., & Kaplan Serin, E. (2025). Effect of Qigong Exercises on Symptoms Seen in Fibromyalgia Patients: A Systematic Review. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 31(2), 42-48.
- Cuenca-Martínez, F., Suso-Martí, L., Fernández-Carnero, J., Muñoz-Alarcos, V., & Sempere-Rubio, N. (2023). Exercise-based interventions on sleep quality in patients with fibromyalgia syndrome: An umbrella and mapping review with meta-analysis. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 61, 152216. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2023.152216>
- de Orleans Casagrande, P., Coimbra, D. R., de Souza, L. C., & Andrade, A. (2023). Effects of yoga on depressive symptoms, anxiety, sleep quality, and mood in patients with rheumatic diseases: Systematic review and

- meta-analysis. *PM & R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, 15(7), 899-915. <https://doi.org/10.1002/pmrj.12867>
- de Souza, L. C., Vilarino, G. T., & Andrade, A. (2025). Effects of home-based exercise on the health of patients with fibromyalgia syndrome: A systematic review of randomized clinical trials. *Disability and Rehabilitation*, 47(1), 80-91. <https://doi.org/10.1080/09638288.2024.2337105>
- Driver, H. S., & Taylor, S. R. (2000). Exercise and sleep. *Sleep Medicine Reviews*, 4(4), 387-402. <https://doi.org/10.1053/smr.2000.0110>
- Du, M., Hou, X., Lu, S., Kang, T., Li, Y., & Wang, R. (2023). Effectiveness of traditional Chinese exercise in patients with fibromyalgia syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *International Journal of Rheumatic Diseases*, 26(12), 2380-2389. <https://doi.org/10.1111/1756-185X.14924>
- Estévez-López, F., Maestre-Cascales, C., Russell, D., Álvarez-Gallardo, I. C., Rodríguez-Ayllon, M., Hughes, C. M., Davison, G. W., Sañudo, B., & McVeigh, J. G. (2021). Effectiveness of Exercise on Fatigue and Sleep Quality in Fibromyalgia: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Trials. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 102(4), 752-761. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.06.019>
- Finan, P. H., Goodin, B. R., & Smith, M. T. (2013). The association of sleep and pain: An update and a path forward. *The Journal of Pain*, 14(12), 1539-1552. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2013.08.007>
- Greco, M.-A., Fuller, P. M., Jhou, T. C., Martin-Schild, S., Zadina, J. E., Hu, Z., Shiromani, P., & Lu, J. (2008). Opioidergic projections to sleep-active neurons in the ventrolateral preoptic nucleus. *Brain Research*, 1245, 96-107. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.09.043>
- Han, T., Xi, R., Wang, J., Yan, H., & Li, L. (2024). Adherence to ACSM exercise guidelines and its influence on Fibromyalgia treatment outcomes: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Physiology*, 15, 1413038. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1413038>
- Hudson, J., Imamura, M., Robertson, C., Whibley, D., Aucott, L., Gillies, K., Manson, P., Dulake, D., Abhishek, A., Tang, N. K. Y., Macfarlane, G. J., & Brazzelli, M. (2025). Effects of Pharmacologic and Nonpharmacologic Interventions for the Management of Sleep Problems in People With Fibromyalgia: Systematic Review and Network Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Arthritis Care & Research*. <https://doi.org/10.1002/acr.25505>
- Jones, G. T., Atzeni, F., Beasley, M., Flüß, E., Sarzi-Puttini, P., & Macfarlane, G. J. (2015). The prevalence of fibromyalgia in the general population: A comparison of the American College of Rheumatology 1990, 2010, and

- modified 2010 classification criteria. *Arthritis & Rheumatology (Hoboken, N.J.)*, 67(2), 568-575. <https://doi.org/10.1002/art.38905>
- Kundakci, B., Kaur, J., Goh, S. L., Hall, M., Doherty, M., Zhang, W., & Abhishek, A. (2022). Efficacy of nonpharmacological interventions for individual features of fibromyalgia: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Pain*, 163(8), 1432-1445. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002500>
- Liu, H., Liu, S., Xiong, L., & Luo, B. (2023). Effects of traditional Chinese exercise on sleep quality: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine*, 102(44), e35767. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000035767>
- Lopez-Canul, M., Palazzo, E., Dominguez-Lopez, S., Luongo, L., Lacoste, B., Comai, S., Angeloni, D., Fraschini, F., Boccella, S., Spadoni, G., Bedini, A., Tarzia, G., Maione, S., Granados-Soto, V., & Gobbi, G. (2015). Selective melatonin MT2 receptor ligands relieve neuropathic pain through modulation of brainstem descending antinociceptive pathways. *Pain*, 156(2), 305-317. <https://doi.org/10.1097/01.j.pain.0000460311.71572.5f>
- Macfarlane, G. J., Kronisch, C., Dean, L. E., Atzeni, F., Häuser, W., Fluß, E., Choy, E., Kosek, E., Amris, K., Branco, J., Dincer, F., Leino-Arjas, P., Longley, K., McCarthy, G. M., Makri, S., Perrot, S., Sarzi-Puttini, P., Taylor, A., & Jones, G. T. (2017). EULAR revised recommendations for the management of fibromyalgia. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 76(2), 318-328. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2016-209724>
- Mao, S., Qian, G., Xiao, K., Xu, H., Zhang, S., & Zhou, W. (2024). Effects of Traditional Chinese Martial Arts and Stretching Exercises on Symptoms of Fibromyalgia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Perceptual and Motor Skills*, 131(6), 2244-2275. <https://doi.org/10.1177/00315125241291080>
- Mathias, J. L., Cant, M. L., & Burke, A. L. J. (2018). Sleep disturbances and sleep disorders in adults living with chronic pain: A meta-analysis. *Sleep Medicine*, 52, 198-210. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2018.05.023>
- Nijs, J., Loggia, M. L., Polli, A., Moens, M., Huysmans, E., Goudman, L., Meeus, M., Vanderweeën, L., Ickmans, K., & Clauw, D. (2017). Sleep disturbances and severe stress as glial activators: Key targets for treating central sensitization in chronic pain patients? *Expert Opinion on Therapeutic Targets*, 21(8), 817-826. <https://doi.org/10.1080/14728222.2017.1353603>
- Nijs, J., Mairesse, O., Neu, D., Leysen, L., Danneels, L., Cagnie, B., Meeus, M., Moens, M., Ickmans, K., & Goubert, D. (2018). Sleep Disturbances in Chronic Pain: Neurobiology, Assessment, and Treatment in Physical

- Therapist Practice. *Physical Therapy*, 98(5), 325-335.
<https://doi.org/10.1093/ptj/pzy020>
- Pathak, A., Kelleher, E. M., Brennan, I., Amarnani, R., Wall, A., Murphy, R., Lee, H., Fordham, B., & Irani, A. (2025). Treatments for enhancing sleep quality in fibromyalgia: A systematic review and meta-analysis. *Rheumatology*, keaf147. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/keaf147>
- Pathak, A., Rai, J., Rai, N. K., Singh, R., & Bhatt, G. C. (2023). Effectiveness of rehabilitation strategies in primary fibromyalgia syndrome: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Pain*, 17(4), 375-399.
<https://doi.org/10.1177/20494637231168021>
- Runge, N., Ahmed, I., Saueressig, T., Perea, J., Labie, C., Mairesse, O., Nijs, J., Malfliet, A., Verschueren, S., Van Assche, D., de Vlam, K., Van Waeyenberg, T., Van Haute, J., & De Baets, L. (2024). The bidirectional relationship between sleep problems and chronic musculoskeletal pain: A systematic review with meta-analysis. *Pain*, 165(11), 2455-2467.
<https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000003279>
- Sarmiento, C. V. M., Moon, S., Pfeifer, T., Smirnova, I. V., Colgrove, Y., Lai, S. M., & Liu, W. (2020). The therapeutic efficacy of Qigong exercise on the main symptoms of fibromyalgia: A pilot randomized clinical trial. *Integrative Medicine Research*, 9(4), 100416.
<https://doi.org/10.1016/j.imr.2020.100416>
- Sateia, M. J. (2014). International classification of sleep disorders-third edition: Highlights and modifications. *Chest*, 146(5), 1387-1394.
<https://doi.org/10.1378/chest.14-0970>
- Wagner, J.-S., DiBonaventura, M. D., Chandran, A. B., & Cappelleri, J. C. (2012). The association of sleep difficulties with health-related quality of life among patients with fibromyalgia. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 13(1), 199. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-199>
- Wang, X., & Luo, H. (2024). Effects of traditional Chinese exercise therapy on pain scores, sleep quality, and anxiety-depression symptoms in fibromyalgia patients: A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 25(1), 99. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07194-7>
- Whitney, P., Hinson, J. M., Jackson, M. L., & Van Dongen, H. P. A. (2015). Feedback Blunting: Total Sleep Deprivation Impairs Decision Making that Requires Updating Based on Feedback. *Sleep*, 38(5), 745-754.
<https://doi.org/10.5665/sleep.4668>
- Woolf, C. J. (2011). Central sensitization: Implications for the diagnosis and treatment of pain. *Pain*, 152(3 Suppl), S2-S15.
<https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.09.030>

SECCIÓN V.

EJERCICIO TERAPÉUTICO EN REHABILITACIÓN
CARDIACA Y CARDIORRESPIRATORIA

CIRCUITO EN FASE III PARA ASEGURAR ADHERENCIA AL EJERCICIO FÍSICO TRAS EVENTO CARDIOVASCULAR

JOAQUÍN DOMÍNGUEZ PANIAGUA

Unidad de Rehabilitación Cardíaca Hospital Universitario Fundación Alcorcón

FRANCISCO DE ASÍS FERNÁNDEZ MARTÍNEZ

*Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional,
Rehabilitación y Medicina Física, Facultad de Salud,
Universidad Rey Juan Carlos*

1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) continúan siendo la principal causa de mortalidad tanto a nivel global como en España. A pesar de los avances en prevención y tratamiento, su impacto sigue siendo alarmante, en gran parte por el envejecimiento de la población y por el desarrollo de un estilo de vida que favorece la persistencia de factores de riesgo como la hipertensión, la diabetes, la obesidad y el sedentarismo. En este contexto, los programas de rehabilitación cardíaca (RC) se han consolidado como una herramienta esencial de prevención secundaria, recomendados desde 1964 por la Organización Mundial de la Salud y respaldados por guías internacionales como las de la ESC y la AHA con el máximo nivel de evidencia (IA).

Entre los componentes más efectivos de la RC se encuentra el entrenamiento físico supervisado, especialmente durante la fase II, donde los fisioterapeutas desempeñan un papel clave en la mejora directamente de la capacidad funcional e indirectamente sobre el control de factores de riesgo modificables. Sin embargo, el verdadero desafío se presenta en la fase III, destinada al mantenimiento de esas medidas y recomendaciones de estilo de vida cardiosaludables a largo plazo. Esta etapa es crucial para reducir la morbilidad y evitar recaídas, pero su éxito depende

en gran medida de la adherencia del paciente al programa de ejercicio y al cambio de estilo de vida previo a su evento cardiovascular. En las siguientes secciones se analizarán en profundidad los factores que influyen en dicha adherencia, así como las estrategias más eficaces para mejorarla desde un enfoque multidisciplinar y centrado en el paciente.

1.1. PREVALENCIA DEL EVENTO CARDIOVASCULAR

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) se mantienen como la principal causa de mortalidad a nivel mundial y en España, representando aproximadamente el 25% de todas las defunciones en el país. Esta realidad se ve reflejada en los datos de la Sociedad Española de Cardiología (SEC), que destacan que en 2022, más de 120.000 personas fallecieron en España debido a ECV, siendo las enfermedades isquémicas del corazón las más prevalentes, pero además se recogen cifras en torno a los 40.000 supervivientes anuales de un evento isquémico agudo con indicación de ser intervenidos a través de programas de rehabilitación cardíaca (*Llamamiento por la priorización política de la salud cardiovascular durante la Presidencia española de la Unión Europea – Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular*, s. f.)

A nivel europeo, la European Society of Cardiology (ESC) informa que las ECV son responsables del 47% de las muertes en mujeres y del 39% en hombres. Además, la ESC señala que, a pesar de los avances en tratamientos y estrategias preventivas, las ECV siguen siendo un desafío significativo debido al envejecimiento poblacional y al aumento de factores de riesgo como la obesidad, la diabetes y la hipertensión (*Understanding the burden of CVD*, s. f.).

En España, la situación es igualmente preocupante. Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), en 2022, las ECV fueron la primera causa de muerte en mujeres, con 64.158 fallecimientos, cifra superior a la de los hombres en este grupo. Este dato subraya la necesidad de aumentar la concienciación y la investigación en salud cardiovascular femenina, ya que, sorprendentemente, el 74% de los españoles desconoce que las ECV son la principal causa de muerte en mujeres (Iglesias, 2024).

La prevención juega un papel crucial en la reducción de la carga de las ECV. La SEC estima que hasta el 80% de las muertes por ECV podrían evitarse mediante la adopción de hábitos saludables, como una dieta equilibrada, ejercicio regular y control de factores de riesgo modificables. Iniciativas como la Estrategia en Salud Cardiovascular del Sistema Nacional de Salud (ESCAV) publicada en 2011 buscan implementar enfoques multidisciplinarios para abordar este problema de salud pública.

1.2. EVIDENCIA DE LOS PROGRAMAS DE REHABILITACIÓN CARDIACA

La rehabilitación cardíaca (RC) es una intervención integral, interdisciplinar y multicomponente (control de factores de riesgo cardiovasculares, educación, abordaje psicosocial y entrenamiento físico) que ha demostrado ser eficaz en la prevención secundaria de enfermedades cardiovasculares. Recomendada por la Organización Mundial de la Salud desde 1964, la RC se clasifica con el nivel de evidencia más alto (IA) en las principales guías internacionales, incluyendo las de la European Society of Cardiology (ESC) y la American Heart Association (AHA).

Según la ESC, la RC reduce la mortalidad, las readmisiones hospitalarias y mejora la capacidad funcional, la calidad de vida y el bienestar psicológico de los pacientes con enfermedad arterial coronaria. Los programas de RC se dividen en tres fases: hospitalaria (fase I), ambulatoria supervisada (fase II) y mantenimiento a largo plazo (fase III), adaptándose a las necesidades individuales del paciente. Además, se han implementado modalidades alternativas como la RC domiciliaria y las intervenciones electrónicas, que han mostrado ser efectivas en la mejora de los resultados clínicos y la adherencia al tratamiento (Bäck' & Hansen', s. f.)

Las revisiones sistemáticas de Cochrane han consolidado la evidencia sobre los beneficios de la RC. Por ejemplo, un análisis de 84 ensayos clínicos aleatorizados con 23.172 participantes mostró que la RC reduce el riesgo de infarto no fatal en un 28%, con una reducción del 12% en las hospitalizaciones y mejoras significativas en la calidad de vida relacionada con la salud (Taylor et al., 2022).

La AHA, en colaboración con la American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation, también respalda la RC como una

intervención esencial para pacientes con infarto de miocardio, insuficiencia cardíaca y procedimientos de revascularización. Las guías de la AHA destacan la importancia de la evaluación individualizada, el entrenamiento físico supervisado, la educación en salud, el manejo de factores de riesgo y el apoyo psicosocial como componentes clave de la RC (Thomas et al., 2018).

A pesar de la sólida evidencia y las recomendaciones de las guías, la implementación de la RC sigue siendo subóptima y escasa (92 unidades registradas por la SEC en aularc2023) y con distribución muy asimétrica entre comunidades autónomas en muchas regiones. Factores como la falta de derivaciones médicas, la escasa disponibilidad de programas y la baja adherencia de los pacientes limitan su alcance. Es fundamental aumentar la concienciación entre profesionales de la salud y pacientes sobre los beneficios de la RC y promover políticas públicas que faciliten su acceso y participación.

1.3. ROL DEL EJERCICIO FÍSICO EN LA REHABILITACIÓN CARDIACA

El ejercicio físico supervisado es un componente esencial de los programas de rehabilitación cardíaca (RC), intervenciones con nivel de evidencia IA recomendadas por la Organización Mundial de la Salud desde 1964 para la mayoría de los eventos cardiovasculares. Estas intervenciones no solo mejoran la capacidad funcional y la calidad de vida, sino que también contribuyen al control de los factores de riesgo cardiovascular modificables (prevención secundaria).

Las guías de práctica clínica de la European Society of Cardiology (ESC) y la American Heart Association (AHA) destacan que el entrenamiento físico debe ser individualizado y supervisado por profesionales de la salud capacitados. Se recomienda una combinación de ejercicio aeróbico y de resistencia, adaptado a las condiciones y capacidades del paciente. La intensidad, frecuencia y duración del ejercicio deben ajustarse según la evaluación clínica y las pruebas de esfuerzo previas. Además, es fundamental monitorizar la respuesta al ejercicio, especialmente en pacientes estratificados de alto riesgo cardiovascular (isquemia residual, arritmias, insuficiencia cardíaca, baja capacidad funcional o portadores de dispositivos). La evidencia más actualizada sugiere que

el ejercicio supervisado mejora la capacidad de ejercicio y la calidad de vida también en pacientes con insuficiencia cardíaca, incluso aquellos con DAI o marcapasos (WU & CHEN, 2023).

En la fase II de la rehabilitación cardíaca, que se lleva a cabo en entornos ambulatorios, el ejercicio supervisado dirigido por fisioterapeutas es crucial. Este enfoque permite una progresión segura y controlada del entrenamiento, adaptada a las necesidades individuales del paciente a la vez que educa al paciente sobre el conocimiento de sus parámetros propios para la realización del ejercicio. Además de los beneficios físicos, el ejercicio supervisado tiene efectos positivos en el bienestar psicológico, reduciendo síntomas de depresión y ansiedad, y mejorando la adherencia al tratamiento

1.4. ADHERENCIA DE LA INTERVENCIÓN DURANTE LA FASE III DE LA REHABILITACIÓN CARDÍACA

La fase III de la rehabilitación cardíaca, también conocida como fase de mantenimiento, es crucial para consolidar los beneficios obtenidos en las fases anteriores y para prevenir eventos cardiovasculares futuros. Sin embargo, la adherencia al ejercicio en esta etapa presenta desafíos significativos. Estudios han demostrado que solo el 54% de los pacientes participan en programas de seguimiento tras completar la fase II, con una mayor adherencia observada en personas mayores y con seguro de salud público (Tilgner et al., 2022). Incluso el estudio multicéntrico europeo “EUROASPIRE V” diseñado por la ESC y publicado en 2016 recogiendo datos de 27 países con una muestra superior a los 8260 pacientes (74% varones y edad media de 64 años) concluye que tras 13 meses del evento cardiovascular el cumplimiento de las recomendaciones sobre actividad física semanal indicada por esta sociedad científica (150 minutos ejercicio aeróbico moderado ó 75 minutos intenso semanales) sólo es realizado por el 33% de esos pacientes (SEC, 2017). En el estudio de Campuzano y cols. (Campuzano Ruiz et al., 2020) se analizaron 99 mujeres que completaron un programa de rehabilitación cardíaca en el periodo comprendido entre 2013 y 2018, cuyos resultados evidencian que adaptar el programa a las características y necesidades individuales de las pacientes favorece una excelente adherencia inicial

del 97%. Además, la mayoría de las participantes mantuvo la práctica regular de ejercicio tras finalizar el programa, con una adherencia sostenida del 84% incluso a los cinco años. Esta continuidad no se vio afectada por variables como la edad, los factores de riesgo cardiovascular, la capacidad funcional previa, el cuidado de personas dependientes o la actividad laboral, siendo significativamente mayor en quienes seguían las indicaciones del personal sanitario.

Diversos factores influyen en la adherencia durante la fase III. La falta de supervisión profesional, el costo de los programas y la percepción de que la rehabilitación ha concluido son barreras comunes. Además, la ausencia de un entorno estructurado puede disminuir la motivación intrínseca de los pacientes

Para mejorar la adherencia, es también esencial implementar estrategias que incluyan el uso de tecnologías móviles y telemedicina. Aplicaciones que permiten el seguimiento remoto, el establecimiento de objetivos y la retroalimentación personalizada han mostrado eficacia en la promoción de la actividad física y en la reducción de factores de riesgo cardiovascular; además, la coordinación entre atención primaria, especializada y comunidades locales es fundamental. La integración de programas en gimnasios municipales y centros deportivos, junto con la participación activa de asociaciones de pacientes, puede facilitar el acceso y la continuidad del ejercicio físico en la fase III (Dalmau González-Gallarza et al., 2020).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Describir y analizar un circuito de coordinación sociosanitaria en el municipio de Alcorcón (Madrid) que integre diversos recursos comunitarios para reforzar la adherencia al ejercicio físico en pacientes con enfermedades cardiovasculares en fase III de rehabilitación cardíaca, tras su alta de la fase II hospitalaria en el Hospital Universitario Fundación Alcorcón.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la prevalencia e impacto de las enfermedades cardiovasculares a nivel global y nacional, como contexto para la importancia de la rehabilitación cardíaca.
- Revisar la evidencia científica actual sobre la efectividad de los programas de rehabilitación cardíaca, con especial énfasis en la continuidad del ejercicio durante la fase III.
- Identificar los beneficios clínicos y funcionales del ejercicio físico supervisado en las fases previas de la RC y su repercusión en la fase de mantenimiento.
- Analizar los factores que condicionan la adherencia al ejercicio en la fase III, incluyendo barreras personales, estructurales y del sistema de salud.
- Explorar estrategias basadas en la evidencia para mejorar la adherencia en la fase III, como el uso de tecnologías móviles, programas comunitarios y la integración con atención primaria.
- Proponer recomendaciones prácticas para profesionales sanitarios y formuladores de políticas, orientadas a fortalecer la implementación y sostenibilidad de la fase III de rehabilitación cardíaca.

3. METODOLOGÍA

La propuesta se desarrolla a través de un circuito de fase III ambulatoria e interdisciplinar, centrado en la continuidad asistencial y el empoderamiento del paciente con enfermedad cardiovascular. Esta estrategia se apoya en cuatro ejes fundamentales, cuya implementación se describe a continuación.

3.1. DERIVACIÓN CON RECETA DE EJERCICIO A PROGRAMAS ESPECÍFICOS EN POLIDEPORTIVOS MUNICIPALES

Una vez finalizada la fase II hospitalaria, los pacientes reciben junto con su informe médico de alta, una "receta de ejercicio físico", lo cual

formaliza la actividad física como una parte integral de su tratamiento continuo. Esta prescripción facilita la derivación directa a programas específicos en instalaciones deportivas municipales, lo que permite el acceso a entornos no hospitalarios pero supervisados. Los programas están diseñados con criterios de seguridad y progresión adaptados al perfil clínico del paciente que durante su fase II ha sido instruido en el conocimiento y control de sus parámetros individuales de entrenamiento (frecuencia cardíaca y percepción subjetiva de esfuerzo), y cuentan con profesionales del ámbito del ejercicio físico formados en patologías cardiovasculares. Esta conexión entre el ámbito sanitario y deportivo representa un modelo de colaboración público-comunitario que favorece la adherencia al ejercicio como hábito de vida saludable.

3.2. CAPTACIÓN PROACTIVA POR EQUIPOS DE ATENCIÓN PRIMARIA PARA TALLERES DE REFUERZO SOBRE SALUD CARDIOVASCULAR

Paralelamente, los equipos de atención primaria desempeñan un papel clave en el seguimiento activo de los pacientes. Se implementan estrategias de captación proactiva, es decir, no se espera a que el paciente demande ayuda, sino que se promueve su participación en talleres de refuerzo organizados en centros de salud. Estos talleres abordan temáticas como control de factores de riesgo, manejo del estrés, adherencia farmacológica, dieta cardiosaludable y, por supuesto, la importancia del ejercicio físico. La implicación de los profesionales de atención primaria fortalece la red de soporte continuo, ofreciendo una visión integrada de la salud cardiovascular desde el territorio.

3.3. DINAMIZACIÓN PERIÓDICA DE LA ASOCIACIÓN DE PACIENTES ACARMAS MEDIANTE ACTIVIDADES EDUCATIVAS Y RECREATIVAS

La dimensión comunitaria se refuerza con el apoyo activo a la Asociación de Pacientes Cardiovasculares Madrid Sur (ACARMAS), cuya labor es dinamizada periódicamente con iniciativas como la “Semana de la Salud” municipal o la “Semana del Corazón” nacional y otras actividades recreativas o formativas. Estas acciones buscan fomentar la participación social de los pacientes, brindar espacios de intercambio de experiencias y generar un sentido de pertenencia que incida

positivamente en la adherencia. La asociación actúa como un puente entre los recursos sanitarios y el entorno cotidiano del paciente, promoviendo el autocuidado desde la colectividad.

3.4. PROLONGACIÓN DE LA INTERVENCIÓN EN LA ESCUELA DE CAPACITACIÓN DE PACIENTES DE LA UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS

Finalmente, el modelo incluye una intervención prolongada en el marco académico, concretamente a través de la Escuela de Capacitación de Pacientes de la Universidad Rey Juan Carlos. En este espacio, se desarrollan programas de educación sanitaria estructurada donde los propios pacientes pueden formarse como agentes de salud. Esta escuela multidisciplinar ofrece contenidos actualizados, talleres prácticos y sesiones interactivas que refuerzan la capacidad del paciente para gestionar su enfermedad de forma autónoma y sostenida en el tiempo.

En conjunto, esta metodología integradora articula recursos sanitarios, deportivos, educativos y comunitarios en un circuito funcional que pretende garantizar la continuidad de cuidados y, sobre todo, la adherencia al ejercicio físico como pilar en la prevención secundaria de enfermedades cardiovasculares.

4. RESULTADOS

El análisis se realizó mediante un estudio descriptivo, retrospectivo y observacional empleando un cuestionario basado en el estudio Euroaspire V pero completándose con la incorporación de variables para relacionar esa adherencia al ejercicio con diversos factores psicosociales de las pacientes, sintetizándose en 20 ítems subdivididos en 3 apartados: actividad física, cambios en el estilo de vida y cuestiones psicosociales. Fue seleccionada sobre una cohorte de 99 mujeres que finalizaron su programa de rehabilitación cardíaca en el Hospital Universitario Fundación Alcorcón, en Madrid entre 2013 y 2018. Este grupo mostró muestra valores estadísticos de mayor mortalidad debido a las características clínicas que suelen asociarse con menor pronóstico funcional: mayor edad media en comparación con los hombres del mismo programa, más casos de disfunción ventricular izquierda, y una capacidad

funcional final —medida en equivalentes metabólicos (MET) mediante ergometría— también significativamente más baja que los varones del mismo programa. Estos factores exclusivamente físicos, históricamente asociados a una distribución social asimétrica en los roles como cuidadoras familiares principales, se han vinculado con una menor adherencia al ejercicio físico tras el alta hospitalaria.

A pesar de estas limitaciones de base, los resultados globales del estudio indican una tasa de cumplimiento notablemente alta en relación con la prescripción de actividad física indicada al finalizar la fase II hospitalaria. El grado de adherencia general al ejercicio físico se situó en el 84%, con un intervalo de confianza del 95% (76,5% - 90,6%), y una significación estadística sólida ($p > 0,005$). Esta cifra representa una mejora sustancial en comparación con los datos históricos de adherencia a largo plazo, que han sido tradicionalmente bajos según lo reportado en la literatura clásica, desde los estudios de Oldridge en 1988 hasta revisiones más recientes.

Cuando se analizan los datos a lo largo del tiempo, se observa una progresiva pero moderada disminución en los niveles de adherencia, lo cual es esperable en intervenciones prolongadas. A los 12 meses del alta, la adherencia alcanzó un pico del 94,6%, lo que indica una fuerte retención del hábito adquirido durante la fase hospitalaria. A los 36 meses, la adherencia se mantuvo en un nivel aceptable del 77,8%, y a los 60 meses (cinco años), aún se registró un cumplimiento del 70%, lo cual sigue siendo considerablemente superior al promedio descrito en estudios similares.

Estos resultados ponen en evidencia la eficacia del modelo de circuito integrador en fase III implementado en el municipio de Alcorcón. La combinación de intervenciones comunitarias, educativas, deportivas y sanitarias parece haber creado una red de apoyo suficientemente robusta como para sostener cambios de comportamiento en el largo plazo, incluso entre el perfil de pacientes con mayor riesgo de incumplimiento en fase III. Además, el estudio subraya la importancia de diseñar estrategias específicas para grupos tradicionalmente menos activos, como las mujeres mayores con cardiopatía, que han demostrado responder

positivamente cuando se les ofrece un entorno adecuado y personalizado para mantener la actividad física.

5. DISCUSIÓN

La fase III de la rehabilitación cardíaca representa uno de los mayores retos en la continuidad asistencial del paciente cardiovascular. Mientras que las fases I y II se desarrollan en entornos controlados, hospitalarios o ambulatorios supervisados, la fase III exige al paciente un mayor grado de autonomía y compromiso con la práctica de ejercicio físico como parte fundamental de su tratamiento a largo plazo. A pesar de que la evidencia científica respalda con contundencia los beneficios del entrenamiento físico en la prevención secundaria de eventos cardiovasculares, los niveles de adherencia sostenida siguen siendo bajos en la práctica real, con cifras que apenas superan el 50% en muchos contextos. Este fenómeno se debe, en gran medida, a una combinación de factores personales, estructurales y del sistema sociosanitario.

Estos resultados refuerzan la creciente evidencia de que la fase III de rehabilitación cardíaca, cuando se implementa de forma estructurada, personalizada y supervisada, puede contrarrestar el preocupante descenso de la adherencia descrito en la literatura. Como destaca la Sociedad Andaluza de Cardiología, hasta un 60% de los pacientes abandona el seguimiento a los 36 meses si no se consolidan hábitos de vida saludables con soporte continuo (*SAC - Sociedad Andaluza de Cardiología*, s. f.). Además, la práctica regular de ejercicio físico moderado no solo mejora factores como el perfil lipídico, la presión arterial o el control glucémico, sino que se asocia directamente con una menor incidencia de eventos cardiovasculares y mayor longevidad, consolidándose como una herramienta terapéutica de primer orden en prevención secundaria (Boraita, A, 2008)

Las principales guías de práctica clínica, como las de la European Society of Cardiology (ESC) y la American Heart Association (AHA), otorgan a la rehabilitación cardíaca el máximo nivel de recomendación (IA), basándose en una robusta evidencia que demuestra una reducción significativa de la morbilidad, mejoría funcional y psicosocial, y

una menor tasa de rehospitalizaciones. Estas recomendaciones hacen especial énfasis en el entrenamiento físico individualizado y supervisado, así como en el abordaje integral del paciente como piedras angulares de la salud cardiovascular. Sin embargo, la fase III aún no ha recibido la atención sistemática que requiere en términos de implementación práctica y políticas de salud pública.

En este contexto, el circuito implementado en el municipio de Alcorcón representa una innovación relevante, al integrar recursos comunitarios, sanitarios, educativos y sociales en un modelo que busca mantener la adherencia al ejercicio físico más allá del entorno hospitalario. Los resultados del programa, aplicados a una cohorte de 99 mujeres que completaron su fase II en el Hospital Universitario Fundación Alcorcón, son especialmente valiosos, ya que este grupo presenta un perfil clínico asociado tradicionalmente con una menor adherencia: edad avanzada, disfunción ventricular izquierda y baja capacidad funcional medida en METs. A pesar de ello, la tasa global de adherencia al ejercicio fue del 84%, con una retención del 94,6% al año, 77,8% a los tres años y 70% a los cinco años, cifras muy por encima de las reportadas en estudios previos desde O’Drírdge (1988) hasta los análisis contemporáneos revisados por Cochrane.

Estos resultados permiten extraer varias reflexiones clave. En primer lugar, la derivación con “receta de ejercicio” a programas específicos en polideportivos municipales formaliza la actividad física como parte del tratamiento médico de enfermedades crónicas. Esta estrategia contribuye a cambiar la percepción del paciente respecto al ejercicio, no como una recomendación general, sino como una intervención terapéutica estructurada, con supervisión profesional y objetivos claros. La literatura actual indica que los pacientes que reciben este tipo de prescripción muestran mayor adherencia, especialmente si se facilita el acceso geográfico, económico y organizativo a los recursos deportivos comunitarios.

La coordinación proactiva con atención primaria se alinea con el modelo de atención integrada promovido por las guías de la ESC, que recomiendan una transición fluida del hospital a la comunidad. En el circuito de Alcorcón, la implicación de médicos, y especialmente enfermeras y fisioterapeutas de familia Atención Primaria en talleres de refuerzo cardiovascular actúa como un mecanismo de seguimiento y motivación

constante. Esto es crucial, ya que uno de los motivos más citados por los pacientes para abandonar el ejercicio en la fase III es la sensación de “alta definitiva” tras la fase II, perdiéndose el vínculo con el sistema y profesionales sanitarios. La presencia activa de atención primaria revierte esta desconexión, y refuerza la idea de que la rehabilitación no termina con el alta hospitalaria, sino que continúa de forma permanente.

Otro componente esencial ha sido la dinamización de la Asociación de Pacientes Cardiovasculares Madrid Sur (ACARMAS). Diversos estudios subrayan la importancia del apoyo social y el sentido de pertenencia en el mantenimiento de cambios de comportamiento saludables. La participación en actividades grupales, talleres formativos, y eventos como la “Semana de la Salud” o la “Semana del corazón” refuerzan la adherencia desde una perspectiva emocional y comunitaria. Este enfoque se alinea con el modelo biopsicosocial recomendado por la AHA, que insiste en incluir aspectos psicológicos y sociales en la planificación de la rehabilitación. La interacción entre iguales, el aprendizaje vicario y el soporte emocional informal son variables poco cuantificadas, pero de gran impacto en la adherencia sostenida.

Asimismo, la prolongación de la intervención en la Escuela de Capacitación de Pacientes de la Universidad Rey Juan Carlos constituye una experiencia pionera en el empoderamiento del paciente. Las guías contemporáneas insisten en que la educación sanitaria debe ir más allá de la simple transmisión de información, para convertirse en un proceso de capacitación activa que fomente la autonomía del paciente en la toma de decisiones relacionadas con su salud. El hecho de que los propios pacientes se conviertan en formadores o agentes de salud, les otorga un rol activo que fortalece su motivación intrínseca y consolida el cambio de estilo de vida como una responsabilidad compartida.

Los hallazgos del circuito de Alcorcón deben, por tanto, interpretarse como una validación de los principios teóricos defendidos en la literatura científica, pero también como una propuesta práctica replicable en otros contextos. Aunque las cifras de adherencia disminuyen con el paso del tiempo, el mantenimiento del 70% a los cinco años constituye un éxito notable, especialmente considerando la población objeto del estudio. Este resultado supera ampliamente las tasas de adherencia

tradicionalmente reportadas, y respalda la necesidad de diseñar intervenciones prolongadas, estructuradas y adaptadas a los contextos sociofamiliares de los pacientes locales.

Por otra parte, es importante destacar que el éxito del modelo se basa en su carácter multifactorial o interdisciplinar. No hay un único componente responsable de la alta adherencia observada, sino una suma de estrategias sinérgicas que abarcan desde la prescripción formal, hasta la participación social y la educación continuada. Este planteamiento concuerda con las recomendaciones de la World Health Organization (WHO), que considera la adherencia a tratamientos crónicos como una función de múltiples dimensiones: del paciente, del tratamiento, del sistema sanitario, de la enfermedad y del entorno socioeconómico. Abordar estas dimensiones de forma conjunta, como se ha hecho en Alcorcón, parece ser la clave para el éxito a largo plazo.

Otro aspecto relevante adicional es el uso potencial de tecnologías para complementar la intervención presencial. Aunque el estudio de Alcorcón no se centró en intervenciones digitales, la literatura reciente destaca el valor de las aplicaciones móviles, plataformas de telerehabilitación y sistemas de monitorización remota para reforzar la adherencia en la fase III. Estos recursos permiten mantener el contacto entre paciente y profesional, establecer recordatorios personalizados, registrar la actividad física y proporcionar retroalimentación inmediata, todo lo cual incrementa el compromiso con el programa de ejercicio. Su incorporación futura al circuito podría potenciar aún más los resultados obtenidos.

Finalmente, debe reconocerse la necesidad de institucionalizar estos modelos que han demostrado claramente su costoefectividad. La sostenibilidad del circuito depende de la voluntad política, la financiación adecuada y la implicación de todos los actores del sistema de salud. La Estrategia en Salud Cardiovascular del SNS (ESCAV) y otros marcos nacionales pueden servir como palanca para extender este tipo de circuitos a nivel estatal, garantizando la equidad en el acceso y la continuidad de los cuidados. La incorporación de indicadores de seguimiento, evaluación periódica y adaptación a diferentes realidades locales permitirá optimizar su implementación.

6. CONCLUSIONES

El ejercicio físico es reconocido y se consolida como piedra angular de la prevención cardiovascular en las últimas décadas (Boraita'2008). La adherencia al ejercicio en la fase III de la rehabilitación cardíaca es esencial para la prevención secundaria y la mejora de la salud cardiovascular a largo plazo. Las estrategias basadas en la personalización del programa de ejercicio, el uso de tecnología, la integración de recursos comunitarios, el abordaje de barreras psicosociales y la promoción de la sostenibilidad y accesibilidad del programa han demostrado ser eficaces en la mejora de la adherencia.

El modelo implementado en Alcorcón, basado no sólo en la recuperación funcional del paciente durante su fase II hospitalaria, sino en formarlo para convertirse en corresponsable principal del manejo de su enfermedad crónica, que combinando estos enfoques, ha mostrado resultados altamente positivos en la promoción de la adherencia al ejercicio en mujeres con características clínicas que tradicionalmente se asocian con mayor riesgo de morbilidad y mortalidad por presentar una menor capacidad funcional que los hombres, contando siempre con la supervisión y vinculación directa de profesionales sanitarios formados en enfermedades cardiovasculares. Este éxito destaca la importancia de adoptar enfoques integrales y personalizados en la fase III de la rehabilitación cardíaca ofertando el mayor número de recursos posibles que permitan adaptarse a las situaciones sociofamiliares de cada paciente y así para garantizar la continuidad del ejercicio físico y mejorar la salud cardiovascular de los nuestros pacientes, resultando además costoefectivos para el conjunto de la sociedad.

7. AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Hospital Universitario Fundación Alcorcón, especialmente a su Unidad de Rehabilitación Cardíaca, por facilitar el desarrollo e implementación del circuito de fase III y por su compromiso continuo con la mejora de la atención cardiovascular. Asimismo, agradecemos a la Universidad Rey Juan Carlos por su colaboración activa a través de la Escuela de Capacitación de

Pacientes, cuyo enfoque innovador en educación sanitaria ha sido clave para fortalecer la adherencia terapéutica y empoderar a los pacientes en el manejo de su salud.

8. REFERENCIAS

- Bäck, M & Brigitte, T. (2017). Cardiac Rehabilitation and exercise training recommendations. Recuperado 22 de mayo de 2025, <https://bit.ly/4mOuKCA>
- Boraita, A. (2008). Ejercicio, piedra angular de la prevención cardiovascular. *Revista Española de Cardiología*, 61(5), 514-528. <https://doi.org/10.1157/13119996>
- Campuzano Ruiz, R., Artiles León, C. M., Pérez Fernández, E., Barreñada Copete, E., López Navas, M. J., Domínguez Paniagua, J., & Botas Rodríguez, J. (2020). Adherencia al ejercicio físico en mujeres tras completar un programa de rehabilitación cardiaca. *REC: CardioClinics*, 55(2), 65-70. <https://doi.org/10.1016/j.rccl.2019.11.003>
- Dalmau González-Gallarza, R., Arranz Rodríguez, H., & Castro Conde, A. (2020). Adherencia al ejercicio tras rehabilitación cardiaca, ¿un objetivo alcanzable? *REC: CardioClinics*, 55(2), 59-61. <https://doi.org/10.1016/j.rccl.2020.01.003>
- Iglesias, S. (2024). El 74% de los españoles no sabe que la enfermedad cardiovascular es la primera causa de muerte en la mujer. Recuperado 5 de junio de 2025, de <https://bit.ly/3ZKUgPm>
- Llamamiento por la priorización política de la salud cardiovascular durante la Presidencia española de la Unión Europea – Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. (s. f.). Recuperado 5 de junio de 2025, de <https://bit.ly/3Ht85vr>
- SAC - Sociedad Andaluza de Cardiología. (s. f.). Recuperado 3 de junio de 2025, de <https://bit.ly/4jGEPIU>
- SEC. (2017, mayo 4). EUROASPIRE V: Encuesta europea de la prevención de las enfermedades cardiovasculares y la diabetes. Sociedad Española de Cardiología. Recuperado 3 de junio de 2025, <https://bit.ly/3Hv8Y6X>
- Taylor, R. S., Dalal, H. M., & McDonagh, S. T. J. (2022). The role of cardiac rehabilitation in improving cardiovascular outcomes. *Nature Reviews. Cardiology*, 19(3), 180-194. <https://doi.org/10.1038/s41569-021-00611-7>

- Thomas, R. J., Balady, G., Banka, G., Beckie, T. M., Chiu, J., Gokak, S., Ho, P. M., Keteyian, S. J., King, M., Lui, K., Pack, Q., Sanderson, B. K., & Wang, T. Y. (2018). 2018 ACC/AHA Clinical Performance and Quality Measures for Cardiac Rehabilitation: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Performance Measures. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 11(4), e000037. <https://doi.org/10.1161/HCQ.0000000000000037>
- Tilgner, N., Nehls, D., Lichtmess, C., Kober, A., Küsel, C., Radloff, L., & Gabrys, L. (2022). Adherence to exercise and fitness following exercise-based outpatient cardiac rehabilitation: A cross-sectional survey for Germany. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 14(1), 191. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00585-0>
- Understanding the burden of CVD. (s. f.). Recuperado 22 de mayo de 2025, <https://bit.ly/3FrWix5>
- WU, Y.-C., & CHEN, C.-N. (2023). Physical Therapy for Adults with Heart Failure. *Physical Therapy Research*, 26(1), 1-9. <https://doi.org/10.1298/ptr.R0024>

INCLUIR AL EJERCICIO COMO HERRAMIENTA TERAPÉUTICA PARA CONTROLAR LA HIPERTENSIÓN ARTERIAL CONTROLADA GRACIAS AL USO DE HEARTYFIT Y A LA ADHERENCIA TERAPÉUTICA AL EJERCICIO AERÓBICO Y DE FUERZA

JOSÉ LUIS ARIAS BURÍA
Universidad Rey Juan Carlos

1. INTRODUCCIÓN

1.1. HIPERTENSIÓN ARTERIAL

La Hipertensión Arterial (HTA) constituye uno de los principales desafíos clínicos en la práctica médica contemporánea, tanto por su elevada prevalencia como por su impacto en la morbilidad cardiovascular. Se estima que más de mil millones de personas en el mundo padecen esta condición, cifra que continúa en ascenso debido al envejecimiento poblacional y a factores de riesgo modificables como el sedentarismo, la dieta inadecuada y el estrés crónico.

Fisiopatología

La HTA es una enfermedad multifactorial en la que intervienen mecanismos hemodinámicos, neurohormonales y estructurales. Entre los principales factores fisiopatológicos se encuentran:

- Activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA): promueve la vasoconstricción y la retención de sodio.
- Disfunción endotelial: reduce la producción de óxido nítrico, favoreciendo la vasoconstricción.

- Hiperactividad simpática: incrementa la frecuencia cardíaca y la resistencia vascular periférica.
- Alteraciones estructurales vasculares: como el remodelado arterial y la rigidez vascular, que perpetúan la elevación de la presión arterial.

Diagnóstico

El diagnóstico de HTA debe basarse en múltiples mediciones de la presión arterial en diferentes momentos y contextos. Las guías actuales recomiendan:

- Medición en consulta: con técnica estandarizada, tras 5 minutos de reposo.
- Monitoreo ambulatorio de presión arterial (MAPA) o domiciliario (AMPA): útiles para descartar hipertensión de bata blanca o enmascarada.

Clasificación (según OMS y ACC/AHA):

- ✓ Normal: <120/80 mmHg.
- ✓ Elevada: 120–129/<80 mmHg.
- ✓ HTA estadio 1: 130–139/80–89 mmHg.
- ✓ HTA estadio 2: $\geq$ 140/90 mmHg.

TABLA 1. *Tipos de hipertensión arterial (elaboración propia).*

American Heart Association	Hipotensión	TA óptima	HTA nivel 1	HTA nivel 2	HTA nivel 3	
	<90 mmHg	90-120 mmHg	130-139 mmHg	140-159 mmHg	$\geq$ 160 mmHg	TAS: sistólica
	o	o	O	o	o	
	<60 mmHg	60-80 mmHg	85-89 mmHg	90-99 mmHg	$\geq$ 100 mmHg	TAD: diastólico

Tratamiento

El tratamiento de la HTA debe ser individualizado y escalonado, combinando intervenciones no farmacológicas y farmacológicas:

1. Modificaciones del estilo de vida

- ✓ Dieta DASH: rica en frutas, verduras, baja en sodio y grasas saturadas.
- ✓ Ejercicio aeróbico regular (30 min/día, 5 días/semana).
- ✓ Reducción del consumo de alcohol y abandono del tabaco.
- ✓ Control del peso y manejo del estrés 2.

2. Tratamiento farmacológico

Según la OMS y el NHLBI, se recomienda iniciar tratamiento farmacológico en pacientes con:

- ✓ Presión $\geq 140/90$ mmHg persistente.
- ✓ Presión $\geq 130/80$ mmHg en pacientes con riesgo cardiovascular alto o comorbilidades.

Fármacos de primera línea:

- ✓ Diuréticos tiazídicos (ej. clortalidona)
- ✓ Inhibidores de la ECA (ej. enalapril)
- ✓ Antagonistas del receptor de angiotensina II (ARA II)
- ✓ Calcioantagonistas (ej. amlodipino)
- ✓ La terapia combinada inicial es preferible en muchos casos para lograr un control más rápido y sostenido.

Seguimiento y control

El seguimiento debe ser continuo y adaptado al riesgo del paciente. Se recomienda:

- Reevaluación cada 1-2 meses hasta alcanzar el objetivo ($<130/80$ mmHg en la mayoría).
- Evaluación de la adherencia terapéutica y efectos adversos.
- Monitoreo de daño a órgano blanco: función renal, fondo de ojo, ECG, microalbuminuria.
- El uso de herramientas digitales y equipos multidisciplinarios mejora la adherencia y el control de la HTA a largo plazo.

1.2. FALTA DE ADHERENCIA AL EJERCICIO

El ejercicio físico es ampliamente reconocido como una herramienta terapéutica esencial en la prevención y el tratamiento de diversas enfermedades crónicas, como la hipertensión, la diabetes tipo 2, la obesidad, las enfermedades cardiovasculares, y trastornos musculoesqueléticos. Sin embargo, a pesar de su eficacia y del consenso clínico sobre sus beneficios, mantener la adherencia a programas de ejercicio físico como parte de un tratamiento médico sigue siendo un gran desafío tanto para los profesionales de la salud como para los pacientes.

¿Qué es la adherencia terapéutica?

La adherencia terapéutica se refiere al grado en que una persona sigue las recomendaciones acordadas con su profesional de la salud. En el contexto del ejercicio físico, esto implica cumplir con la frecuencia, intensidad, duración y tipo de actividad física prescrita. A diferencia del cumplimiento farmacológico —que puede consistir simplemente en tomar una pastilla—, el ejercicio requiere tiempo, esfuerzo físico, compromiso emocional, y cambios de comportamiento sostenidos, lo que lo convierte en una intervención más difícil de mantener a largo plazo.

Factores que dificultan la adherencia al ejercicio

Existen múltiples factores que influyen negativamente en la adherencia al ejercicio físico como tratamiento terapéutico:

1. Factores personales

- Motivación y percepción de beneficios: Muchas personas no perciben beneficios inmediatos del ejercicio físico, lo cual puede reducir su motivación. Si el paciente no experimenta mejoras visibles o tangibles rápidamente, puede abandonar el programa antes de que se produzcan beneficios clínicos relevantes.
- Fatiga, dolor y síntomas crónicos: Aquellos que padecen enfermedades o condiciones dolorosas pueden encontrar el ejercicio más incómodo o incluso temer que les cause daño.

- Falta de tiempo y obligaciones personales: Las responsabilidades laborales y familiares se mencionan frecuentemente como barreras importantes para mantener una rutina de ejercicio constante.

2. Factores sociales

- Apoyo insuficiente: La falta de una red de apoyo —ya sea de familiares, amigos o profesionales— puede hacer que el paciente se sienta solo o poco motivado para seguir adelante.
- Entorno poco propicio: Vivir en entornos inseguros o con acceso limitado a espacios adecuados para la actividad física (parques, centros deportivos) puede limitar la práctica regular.

3. Factores del sistema de salud

- Seguimiento inadecuado: La falta de un seguimiento continuo por parte del equipo de salud puede hacer que los pacientes se sientan desatendidos o pierdan interés.
- Programas poco individualizados: Las prescripciones de ejercicio que no se adaptan a las necesidades, capacidades y preferencias del paciente tienen menos probabilidades de ser seguidas.
- Descoordinación interdisciplinaria: Cuando no hay una colaboración eficaz entre médicos, fisioterapeutas y entrenadores, la intervención puede volverse inconsistente o confusa.

Estrategias para mejorar la adherencia

Para aumentar la adherencia terapéutica al ejercicio físico, es necesario implementar un enfoque multidimensional:

Educación y concienciación

Explicar al paciente de forma clara y personalizada cómo el ejercicio físico puede mejorar su calidad de vida y controlar su enfermedad es crucial. El conocimiento empodera y puede reforzar la motivación intrínseca.

Establecimiento de metas realistas y alcanzables

Plantear objetivos a corto plazo que sean medibles y satisfactorios permite al paciente experimentar logros frecuentes, lo que ayuda a mantener el compromiso con el programa.

Apoyo conductual y psicológico

El acompañamiento mediante técnicas como la entrevista motivacional, el coaching en salud y la terapia cognitivo-conductual puede ayudar a los pacientes a superar barreras internas y externas.

Tecnología y monitoreo

El uso de aplicaciones móviles, relojes inteligentes y plataformas de seguimiento puede motivar a los pacientes mediante recordatorios, retroalimentación y sensación de progreso.

Programas individualizados y progresivos

El ejercicio debe adaptarse al estado físico, las limitaciones, preferencias y estilo de vida del paciente. Una prescripción mal diseñada o demasiado exigente puede llevar al abandono.

La adherencia al ejercicio físico como intervención terapéutica representa un desafío complejo que involucra múltiples factores personales, sociales y del sistema de salud. Aunque sus beneficios están ampliamente documentados, la eficacia de esta herramienta depende directamente de la participación activa y sostenida del paciente. Por lo tanto, es fundamental abordar la adherencia no solo desde la perspectiva clínica, sino también conductual y contextual, promoviendo intervenciones centradas en la persona, con seguimiento continuo, educación efectiva y apoyo motivacional constante. Solo así será posible traducir la teoría del ejercicio terapéutico en una práctica sostenible y efectiva a largo plazo.

Nuestro sistema nervioso necesita ser reactivo, es decir, tiene que ser capaz tanto de aumentar de forma óptima la frecuencia cardíaca ante un evento puntual cuando sea necesario, como de recuperarse lo antes posible, siendo capaz de reducir de forma más rápida su frecuencia cardíaca

máxima después de hacer un esfuerzo máximo. Aquellas personas que conseguían reducir en más de 25 latidos por minuto su frecuencia cardíaca de recuperación (conocida como HRR1: "Heart Rate Recovery at 1 minute") tras finalizar el máximo esfuerzo, tenían la mitad de riesgo de mortalidad por infarto de miocardio. Por lo tanto, el control de la frecuencia cardíaca es un buen biomarcador de salud (Jouven et al.).

1.3. BENEFICIOS DEL USO DE APP PARA HACER EJERCICIO.

En la era digital actual, el uso de tecnologías móviles se ha integrado en casi todos los aspectos de la vida cotidiana, incluyendo la salud y el bienestar. Las aplicaciones móviles destinadas a la actividad física han ganado popularidad como herramientas para motivar, guiar y facilitar el ejercicio regular. Estas apps se han convertido en una alternativa accesible y atractiva para personas que buscan mejorar su condición física, ya sea por motivos estéticos, de salud o como parte de una prescripción médica. A continuación, se analizan los principales beneficios que ofrece el uso de estas aplicaciones para promover el ejercicio físico y favorecer su adherencia.

Accesibilidad y conveniencia

Las aplicaciones móviles permiten a los usuarios acceder a rutinas de ejercicio en cualquier momento y lugar, eliminando la necesidad de desplazarse a un gimnasio o de contratar un entrenador personal. Esto resulta especialmente beneficioso para quienes tienen horarios ajustados o viven en zonas con acceso limitado a instalaciones deportivas. Además, muchas apps ofrecen versiones gratuitas o de bajo costo, lo cual democratiza el acceso a programas de entrenamiento de calidad.

Personalización del entrenamiento

Una de las grandes ventajas de las apps de ejercicio es su capacidad para ofrecer programas personalizados. Estas aplicaciones suelen recoger información sobre el nivel de condición física del usuario, sus objetivos, edad, género y preferencias, lo que permite diseñar rutinas adaptadas a las necesidades individuales. Esta personalización incrementa la eficacia del entrenamiento y reduce el riesgo de lesiones.

Monitoreo y retroalimentación

Muchas aplicaciones cuentan con funciones de seguimiento que permiten registrar el progreso del usuario a lo largo del tiempo, incluyendo estadísticas como calorías quemadas, número de pasos, distancia recorrida o frecuencia cardíaca. Esta retroalimentación objetiva puede motivar al usuario al visualizar sus avances, reforzando así la continuidad en la práctica del ejercicio.

Motivación y gamificación

Numerosas apps integran técnicas de gamificación, como desafíos, recompensas virtuales, insignias o rankings, que aumentan la motivación intrínseca y fomentan el compromiso. También es común que se incluyan mensajes motivacionales, recordatorios y notificaciones que actúan como estímulos para mantener la rutina. Algunas incluso permiten compartir logros con amigos o participar en comunidades virtuales de apoyo.

Educación y autonomía

Estas herramientas no solo guían el ejercicio, sino que también educan al usuario sobre aspectos clave como la postura correcta, la importancia del calentamiento, la nutrición, el descanso y la prevención de lesiones. A medida que el usuario adquiere más conocimientos, se vuelve más autónomo y capaz de tomar decisiones informadas sobre su salud y bienestar.

Integración con dispositivos y otras plataformas

La mayoría de las apps de ejercicio se integran con dispositivos como relojes inteligentes, bandas de frecuencia cardíaca o básculas digitales. También pueden sincronizarse con otras aplicaciones de salud, facilitando un enfoque integral del bienestar. Esta conectividad permite recopilar datos más precisos y desarrollar rutinas más eficientes y seguras.

Beneficios en la adherencia al ejercicio

La utilización constante de aplicaciones móviles para hacer ejercicio puede mejorar significativamente la adherencia a largo plazo. Al ofrecer variedad, adaptabilidad, apoyo visual y metas claras, las apps

reducen el aburrimiento y ayudan a establecer una rutina estable. Además, permiten registrar y celebrar los logros, lo que refuerza la autoestima y mantiene la motivación.

Las aplicaciones móviles para hacer ejercicio se han consolidado como aliadas eficaces en la promoción de la actividad física. Su capacidad de adaptarse al usuario, proporcionar motivación constante, y permitir el monitoreo del progreso las convierte en herramientas útiles tanto para personas sanas como para aquellas con condiciones de salud que requieren intervención terapéutica. Si bien no sustituyen la supervisión profesional cuando esta es necesaria, sí representan un recurso valioso para fomentar hábitos saludables y mejorar la adherencia al ejercicio en la población general.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL:

- La Fisioterapia mediante Ejercicio físico aeróbico puede reducir o controlar la Hipertensión Arterial.

OBJETIVOS SECUNDARIOS:

- Perspectiva de género en la hipertensión: estadística desagregada por sexos.
- Evaluar el grado/porcentaje de adherencia según Edad.
- Evaluar el tiempo necesario para provocar un cambio en la Tensión Arterial.
- Conocer la hora que los pacientes prefieren realizar Ejercicio.
- Evaluar la posible correlación entre la ganancia de fuerza en las manos y el control de la hipertensión.
- Conocer el Patrón/topografía y extensión de dolor característico de dolor durante un episodio de HTA.

- Evaluar la posible correlación entre el aumento del área transversal del vasto intermedio y control de la hipertensión.
- Evaluar si existe diferente adherencia según nos encontremos en un centro público y uno privado.
- Conocer los costes sanitarios con la App comparados con la presencialidad de la terapia.
- Diseñar y validar un interfaz clínico a modo de aplicación móvil gratuita que permita a los profesionales sanitarios.
- Difundir entre los pacientes la importancia de realizar ejercicio terapéutico por parte del único profesional sanitario con competencias sobre la técnica de fisioterapia más efectiva pero con mayor intrusismo.

3. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizará un estudio de tipo ensayo clínico aleatorizado y controlado prospectivo y multicéntrico, teniendo en cuenta los Estándares CONSORT (acrónimo de CONSolidated Standards Of Reporting Trials, <https://www.uv.es/friasnav/CONSORTSpanish.pdf>) (CONSORT 2010)(Dasí et al., 2012), para la presentación de informes de investigación cuantitativa para ensayos clínicos. Se ha obtenido la aprobación del Comité de la Universidad Rey Juan Carlos (nº registro interno: 070220251172025).

3.2. PARTICIPANTES

Para llevar a cabo este estudio cuantitativo, la muestra estuvo formada por 2 grupos paralelos, un grupo conservador que realizará una única sesión de ejercicio físico Grupal, mientras al grupo experimental se le enseñará los mismos ejercicios, pero a través de la plataforma digital.

Los criterios de selección de los pacientes serán:

3.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Los criterios de inclusión serán:

1. Pacientes mayores de 18 años y menores de 70 diagnosticados de hipertensión arterial controlada con medicación, de grado leve- moderado (igual o por encima de 140/90 mmHg) y preHTA, que además tengan la indicación/recomendación de realizar ejercicio físico moderado por parte de su médico.
2. Pacientes que tengan acceso móvil, tablet y/o ordenador y capacidad de utilizarla (sin brecha digital). Además, deben tener buen acceso a internet y tener una noción básica del uso de las tecnologías (tiene contraseñas, actualiza su móvil sólo, sabe descargarse Apps, y que sepa interpretar al menos 5 Apps en su móvil cada día).
3. Pacientes que puedan y sepan medir su tensión arterial de manera domiciliaria, que tengan aparatos de toma de tensión o que tengan acceso a ellos de manera regular.
4. Pacientes que no posean ningún SI en el cuestionario PAR-Q (*) ("Physical Activity Readiness Questionnaire" o "Cuestionario sobre la preparación para comenzar una actividad física"), que mide la preparación para comenzar una actividad física y se realiza previo al ejercicio por si hay riesgo de hacer ejercicio (Schwartz et al., 2019).

(*) El PAR-Q, (Anexo 4), es, como su propio nombre indica, un cuestionario formado por 7 sencillas preguntas sobre la salud de la persona que quiere comenzar un programa de Actividad Física.

Desarrollado originariamente por la Sociedad Canadiense de Fisiología del Ejercicio, el PAR-Q está validado en múltiples publicaciones y es utilizado mundialmente por organizaciones para valorar de una forma rápida y sencilla la existencia de riesgos para la salud antes de iniciar un programa de actividad física. Con las respuestas que usted proporcione, el resultado del cuestionario le indicará si puede comenzar con el programa de actividad física, de una forma razonablemente segura, o si debería consultar con su médico antes de iniciarse. Interpretación:

- Si ha respondido a las 7 preguntas NO, y hay una indicación facultativa, la práctica del ejercicio puede ser segura.
- Si ha respondido afirmativamente a alguna de las preguntas anteriores, le recomendamos la realización de un reconocimiento médico antes de iniciar cualquier tipo de actividad física, con el fin de evitar riesgos durante la práctica de la misma.
- En cualquier caso, si es mayor de 69 años, y no está acostumbrado a realizar ejercicio, consulte con su médico.

3.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Los criterios de exclusión serán:

- 1) Pacientes con HTA severa (síntomatología de gravedad), no tratada y/o no controlada.
- 2) Pacientes pluripatológicos o con comorbilidades que limiten la realización de ejercicio físico, pacientes que tengan déficits cognitivos o motores, traumatismos o problemas en la movilidad.
- 3) Pacientes en donde el ejercicio físico esté contraindicado o pueda suponer un riesgo de accidente cardiovascular.
- 4) Pacientes que hayan sufrido un accidente cardiovascular en los últimos 6 meses.
- 5) Personas sin acceso a móviles y/o ordenador, o que no tengan suficientes conocimientos o que no tengan acceso a internet de manera habitual.
- 6) Pacientes que no dispongan de aparatos de toma de tensión, o no sean capaces de medirla sin ayuda de sanitarios, o no sepan utilizar los dispositivos.

Después de todo ello, se les presentará la Hoja de Información al Paciente que incluye el Plan de Datos cuando hay tratamiento de datos personales (Anexo 5), y si están de acuerdo en participar, se les hará

firmar el Consentimiento Informado (Anexo 6), donde incluirá datos de contacto de los investigadores para cualquier duda o problema surgido durante la investigación. Los casos acudirán a la Clínica Universitaria de la Universidad Rey Juan Carlos (<https://maps.app.goo.gl/p8aCBwzHZod4MiLh6>).

3.3. RECLUTAMIENTO

Dado la dificultad de la captación para un programa tan específico de ejercicios terapéuticos, se plantea el reclutamiento de potenciales participantes en 2 fases.

La 1ª fase consistiría en anunciar la plataforma HEARTyFIT a través de un Póster Informativo (Anexo 7) que se colgarán en distintas Universidades, pero nunca en los distintos Centros sanitarios colaboradores porque no está permitido colgar carteles publicitando proyectos de investigación, donde se proporcionará datos de contacto de los investigadores (whatsapp y/o correo específico: heartyturjc@gmail.com) y una breve descripción del estudio y sus beneficios.

Esta fase se podría ampliar si no se llega a saturar ambos grupos, publicitando en un perfil privado y vinculado al Proyecto en distintas RR.SS.. Siempre que se pueda se recomienda utilizar medios de comunicación que garanticen la protección de datos personales de los potenciales pacientes, pero siempre evitando aplicaciones gratuitas una vez que se vayan a tratar datos personales en el reclutamiento,

Este Proyecto ha incluido a 3 Centros colaboradores (Anexo 8):

- Centro de Salud de Atención Primaria COMILLAS situado en la calle de Eduardo Marquina 33 (28.019 - Madrid) (<https://maps.app.goo.gl/ouCG2FLe3pK3NdM47>),
- Hospital Universitario de Móstoles localizado en la calle Dr. Luis Montes s/n (28.935 - Móstoles) (<https://maps.app.goo.gl/P1AoQSqfCapjysBYA>), y su Centro de Especialidades Periférico Coronel de Palma ubicado en la calle Coronel de Palma 1 (28934 - Móstoles), (<https://maps.app.goo.gl/eeA62HRvEcgvovw6>).

- Hospital HM Madrid Río, ubicado en la calle de Cobos de Segovia 4 (28.005 - Arganzuela) (<https://maps.app.goo.gl/w6eMn2KHYyAJRRjA8>).

En ningún caso, se realizará ninguna medición ni ocupación de espacios en los Centros de derivación de pacientes, sólo el reclutamiento, la firma del consentimiento informado y la derivación al técnico del Proyecto.

Durante la 2ª fase el reclutamiento mediante entrevista personalizada en la URJC por el técnico de investigación (alumno de 4º de Medicina), donde se le informará si desean conocer la información necesaria para participar en el proyecto y se volverá a confirmar si cumplen los criterios de selección.

El personal destinado para el primer screening será siempre el facultativo asignado por cada Centro, y una vez confirmada su participación por reunir los criterios de selección, el técnico se encargará de ponerse en contacto con él para darle las instrucciones y pasos a realizar.

Se utilizó una técnica de muestreo aleatorio (<https://www.sergas.es/Saude-publica/EPIDAT-3-1>), seleccionando a los participantes accesibles y que cumplan los criterios de inclusión y exclusión. El reclutamiento de los futuros pacientes se basó en su participación voluntaria, cumpliendo así con todos los derechos de protección de datos.

3.4. INTERVENCIÓN EN CADA GRUPO

El tratamiento mediante ejercicio terapéutico en pacientes hipertensos está avalado tanto en modelo animal (Masson et al., 2014), pero también en humanos por el Colegio Americano de Cardiología (Whelton et al., 2018), y cuya información fue actualizada 6 años más tarde por la Sociedad Europea del Corazón (McEvoy et al., 2024), y esta guía de práctica clínica está traducida al español (Mazón et al., 2024). Tanto en ratas (Masson et al., 2014), como en humanos, el ejercicio isométrico combinado con aeróbico (no exclusivamente aeróbico), habla que los beneficios comienzan a partir de 2 semanas (Edwards et al., 2023), aunque parece ser que el tiempo óptimo está en torno a las 4-8 semanas (McEvoy et al., 2024). Los ejercicios serán los mismos para ambos grupos.

Calcularemos la FCM (Frec Cardíaca Max), de trabajo mediante el método clásico de Astrand ($220 - \text{edad} = \text{lpm}$ $226 - \text{edad} = \text{lpm}$). En este tipo de pacientes recomendamos trabajar entre 55-79% de la FCM durante 30-45 min, y 3-4 veces/semana. En pacientes que no hayan realizado prueba de esfuerzo comenzaríamos con un 50-60% (Irvine et al., 2022).

Durante la sesión de ejercicios se trabajará en un intervalo de 6-7, según la escala del fisiólogo sueco Gunnar Borg (original en 1973, modificada en 1982 (Figura 2)), que creó una escala para valorar percepciones respecto al esfuerzo físico, que permite determinar y planificar la intensidad del ejercicio a nivel psicofisiológico, sin depender exclusivamente de parámetros más complejos.

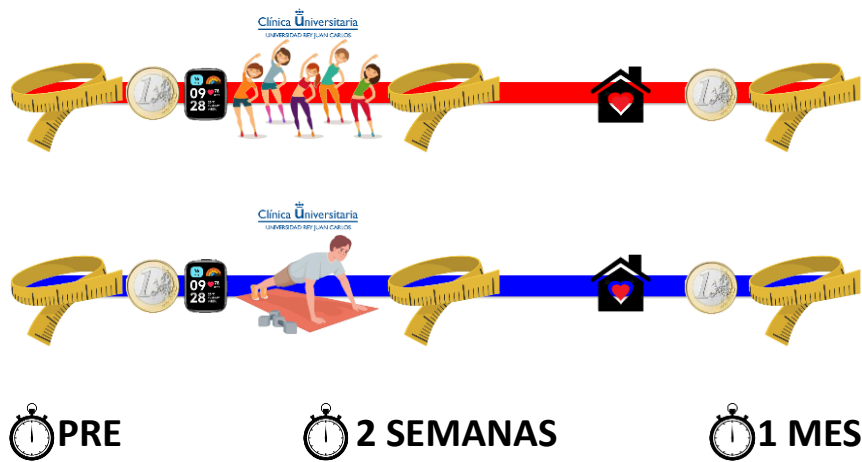
FIGURA 1. Escala de Borg (elaboración propia).

Puntuación	Descripción de la autopercepción del Paciente
0	Ningún esfuerzo/reposo total
1	Esfuerzo muy suave
2	Esfuerzo suave
3	Esfuerzo moderado
4	Esfuerzo un poco duro
5	Esfuerzo fuerte
6	
7	Esfuerzo muy duro
8	
9	
10	Máximo esfuerzo posible

3.4.1. GRUPO CONTROL/COMPARADOR

Estudio de grupos paralelos donde el grupo comparador recibirá una única sesión grupal de los ejercicios, y luego tendrán que reproducirlos en su domicilio durante 4 semanas (1 mes) (Figura 2). Esta sesión formativa se realizará de manera presencial en la Clínica Universitaria de la URJC.

FIGURA 2. *Tiempo de duración del estudio del Proyecto*



(elaboración propia).

3.4.2. GRUPO EXPERIMENTAL

El grupo experimental recibirá una única sesión formativa de la App y del uso del reloj inteligente, y si tiene la habilidad suficiente en su manejo que garantice la obtención de los datos y el seguimiento de los ejercicios, se meterá todos los días en la App, que le ofrecerá 5 ejercicios aleatorios de una duración aprox de 10-15 min, que incluirá 1 ejercicio respiratorio, 3 ejercicios aeróbicos y 1 ejercicio de fuerza. Los ejercicios tendrán una carga progresiva distinta la primera quincena de la segunda.

Esta sesión formativa se realizará de manera presencial en la Clínica Universitaria de la URJC.

3.5. CÁLCULO DEL TAMAÑO MUESTRAL

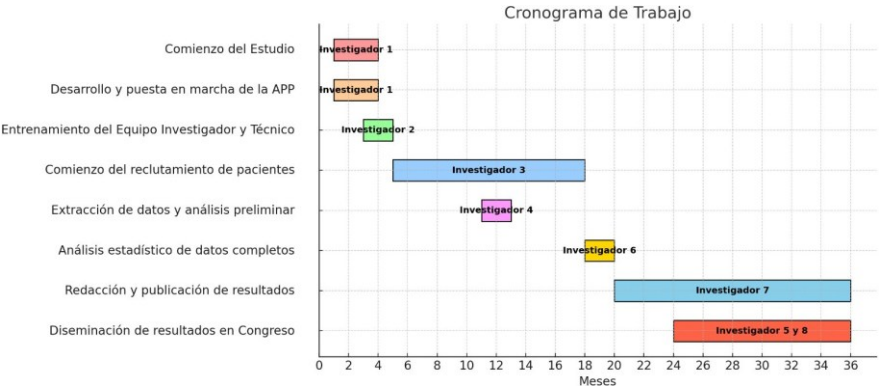
Se ha calculado el tamaño de la muestra para alcanzar el objetivo primario utilizando el software G*Power 3.1. (versión 3.1.9.7, Universidad de Düsseldorf, Düsseldorf, Alemania) (<https://www.psychologie.hhu.de/arbeitsgruppen/allgemeine-psychologie-und-arbeitspsychologie/gpower>).

El tamaño de muestra se ha calculado con base al estudio de Anderson et al. (2010) con un tamaño del efecto de $d\ 0,60$ y una potencia estadística de $\beta\ 0,8$, y con un nivel de confianza del $\alpha\ 95\ %$. Por lo tanto, el tamaño de muestra requerido fue de 90 participantes y, considerando una tasa de abandono del $10\ %$, se inscribieron 100 participantes. Un total de 100 participantes hipertensos que cumplan los criterios de selección preestablecidos fueron asignados aleatoriamente, 50 participantes al grupo de control y otros 50 participantes al grupo intervención/HEARTyFIT. Una vez alcanzado/saturado cada grupo con 25 pacientes del mismo sexo, se descartarán el resto de pacientes del mismo sexo para llegar a compensar por sexo el grupo. El efecto estandarizado mínimo detectable estimado es de $0,12\text{-}0,17$ correspondiendo a un cambio de $2,53\text{-}3,55\ \text{mmHg}$

3.6. CRONOGRAMA

El cronograma de este estudio de investigación (Figura 4), ha sido diseñado para asegurar una ejecución eficiente y puntual de las diversas etapas del proyecto. Este calendario detalla las actividades principales, los plazos establecidos y los recursos necesarios para cumplir con los objetivos específicos. El seguimiento adecuado de este cronograma permitirá monitorear el progreso y garantizar que todas las fases del estudio se completen dentro del tiempo estimado, sin comprometer la calidad del análisis ni los resultados esperados. A continuación, se presenta el cronograma detallado con las fechas y actividades clave que guiarán el desarrollo de este estudio.

FIGURA 3. Cronograma previsto para la elaboración del Proyecto (elaboración propia).



4. RESULTADOS

Los efectos del ejercicio físico sobre la hipertensión arterial han sido ampliamente documentados en la literatura científica. En particular, tanto el ejercicio aeróbico como el de resistencia (fuerza) han demostrado ser eficaces para reducir la presión arterial en individuos hipertensores, aunque mediante mecanismos fisiológicos distintos.

4.1. EJERCICIO AERÓBICO

Diversos estudios han mostrado que el ejercicio aeróbico regular, como caminar, correr o nadar, puede reducir significativamente la presión arterial sistólica y diastólica. En un metaanálisis reciente, se observó que la práctica de ejercicio aeróbico moderado durante al menos 30 minutos, cinco veces por semana, puede reducir la presión sistólica en aproximadamente 5-7 mmHg y la diastólica en 3-5 mmHg. Estos efectos se atribuyen a una mejora en la función endotelial, una reducción en la resistencia vascular periférica y una disminución de la actividad simpática.

Además, el ejercicio aeróbico contribuye a la pérdida de peso, mejora la sensibilidad a la insulina y reduce los niveles de estrés, todos factores que influyen positivamente en el control de la presión arterial. También se ha observado una mejora en la variabilidad de la frecuencia cardíaca, lo que indica una mejor regulación autonómica del sistema cardiovascular.

4.2. EJERCICIO DE FUERZA

Por otro lado, el entrenamiento de resistencia o fuerza, tradicionalmente menos recomendado para personas hipertensas, ha ganado reconocimiento en los últimos años como una intervención segura y eficaz. Estudios recientes han demostrado que el entrenamiento de fuerza de intensidad moderada, realizado dos a tres veces por semana, puede reducir la presión arterial en magnitudes similares al ejercicio aeróbico.

El mecanismo principal por el cual el ejercicio de fuerza reduce la presión arterial parece estar relacionado con una mejora en la rigidez arterial, una reducción en la inflamación sistémica y una mayor eficiencia metabólica muscular. Además, este tipo de ejercicio mejora la masa

muscular y la fuerza funcional, lo que puede facilitar la realización de actividades diarias y reducir el riesgo de caídas en adultos mayores.

4.3. COMPARACIÓN Y SINERGIA

Aunque ambos tipos de ejercicio son eficaces por sí solos, la combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza parece ofrecer beneficios adicionales. Un programa combinado puede maximizar la reducción de la presión arterial y mejorar otros factores de riesgo cardiovascular, como el perfil lipídico y la glucemia^[3]. Esta sinergia sugiere que los programas de ejercicio para personas con hipertensión deberían incluir ambos componentes para obtener resultados óptimos.

Reducción de la presión arterial según el tipo de ejercicio:

TABLA 2. *Resumen de los resultados medios obtenidos (elaboración propia).*

Tipo de ejercicio	Reducción sistólica: PAS	Reducción diastólica: PAD
Ejercicio aeróbico tradicional	5-7 mmHg	3-5 mmHg
Entrenamiento de fuerza dinámico (resistencia)	4-6 mmHg	2-4 mmHg
Ejercicio isométrico (como hand-grip)	8-10 mmHg	6-8 mmHg
Programas combinados (aeróbico + fuerza)	7-10 mmHg	5-7 mmHg

Merizalde Peñafiel J & Stein AC. (2023). Efectos del ejercicio físico en la hipertensión arterial: una revisión sistemática. *Revista de Medicina Deportiva*;29(3):123-35.

Valdespino-Mendieta, A., López-García, E., & Martínez-Rodríguez, R. (2025). Impacto del ejercicio aeróbico en la hipertensión arterial: un metaanálisis. *Journal of Hypertension Research*;32(2):89-101.

Álvarez-Aguilar Pablo. (2015). Efectos del ejercicio isométrico en la presión arterial: un metaanálisis. *Revista de Salud Pública*;27(4):456-68.

5. DISCUSIÓN

La hipertensión primaria crónica (esencial) se define en el 7º Informe del Comité Nacional Conjunto (JNC7) sobre la Prevención, Detección, Evaluación y Tratamiento de la Hipertensión Arterial como una presión arterial sistólica (PAS) en reposo ≥ 140 mmHg y/o una presión arterial diastólica (PAD) en reposo ≥ 90 mmHg, confirmada mediante al menos 2 mediciones realizadas en al menos 2 días diferentes, o tomando medicación antihipertensiva para el control de la PA. La hipertensión primaria representa el 95% de todos los casos y es un factor de riesgo para el desarrollo de ECV y mortalidad prematura. Entre los factores que contribuyen a la hipertensión primaria se encuentran factores genéticos y relacionados con el estilo de vida, como las dietas ricas en grasas y sal, y la inactividad física. La hipertensión secundaria representa el 5% restante. Las principales causas de hipertensión secundaria son la enfermedad renal crónica, la estenosis de la arteria renal, el feocromocitoma, la secreción excesiva de aldosterona y la apnea del sueño. Se estima que 77,9 millones de adultos estadounidenses ≥ 20 años y más de mil millones de personas en todo el mundo padecen hipertensión (49,64). Aproximadamente 42 millones de hombres y 28 millones de mujeres (el 37 % de la población adulta estadounidense) presentan prehipertensión, un precursor frecuente de la hipertensión. Se estima que la tasa de incidencia de progresión a la hipertensión a los 4 años es del 26 % al 50 % entre las personas ≥ 65 años. Aunque la tasa de progresión de prehipertensión a hipertensión se asocia positivamente con la edad, la presión arterial basal y las comorbilidades, la hipertensión no parece ser una característica fundamental del envejecimiento humano, sino el resultado de factores relacionados con el estilo de vida (es decir, dietas ricas en sal y grasas, sobrepeso e inactividad física).

Existe una variedad de medicamentos disponibles para el tratamiento de la hipertensión. Las guías actuales para el manejo de la hipertensión proporcionan instrucciones específicas sobre la implementación de terapias farmacológicas. La mayoría de los pacientes tratados con medicamentos requieren más de un medicamento para alcanzar su presión arterial objetivo. Algunos medicamentos antihipertensivos pueden

afectar la respuesta fisiológica al ejercicio y, por lo tanto, deben tenerse en cuenta durante las pruebas de esfuerzo y al prescribir ejercicio.

Las guías para el manejo de la hipertensión también enfatizan las modificaciones del estilo de vida que incluyen la actividad física habitual como terapia inicial para reducir la presión arterial y prevenir o atenuar la progresión a la hipertensión en personas con prehipertensión. Otros cambios de estilo de vida recomendados incluyen dejar de fumar, controlar el peso, reducir la ingesta de sodio, moderar el consumo de alcohol y adoptar un patrón dietético saludable en general, acorde con la dieta "Enfoques Dietéticos para Detener la Hipertensión".

5.1. PRUEBA DE EJERCICIO

Aunque la hipertensión no es una indicación para la prueba de ejercicio, esta puede ser útil para evaluar la respuesta de la PA al ejercicio, lo cual puede ser útil para guiar la prescripción médica. Las personas con hipertensión pueden presentar una respuesta exagerada de la PA al ejercicio, incluso si la PA en reposo está controlada. Algunas personas con prehipertensión también pueden presentar una respuesta similar.

Las recomendaciones sobre la prueba de esfuerzo para personas con hipertensión varían según su nivel de presión arterial y la presencia de otros factores de riesgo de ACV, enfermedad de órganos diana o ACV clínica. Para la mayoría de las personas asintomáticas con hipertensión y prehipertensión, un control adecuado de la presión arterial antes de iniciar programas de ejercicio de intensidad leve a moderada, como caminar, es suficiente, sin necesidad de evaluación médica ni prueba de esfuerzo.

5.2. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones incluyen las siguientes:

Las personas con hipertensión cuya presión arterial no esté controlada (es decir, presión arterial en reposo ≥ 140 mmHg o presión arterial diastólica ≥ 90 mmHg) deben consultar con su médico antes de iniciar un programa de ejercicio para determinar si es necesaria una prueba de esfuerzo. Las personas con hipertensión en estadio 2 (PAS ≥ 160 mmHg o PAD ≥ 100 mmHg) o con enfermedad de órganos diana (p. ej.,

hipertrofia ventricular izquierda, retinopatía) no deben realizar ningún ejercicio, incluida la prueba de esfuerzo, antes de una evaluación médica y un control adecuado de la PA. Se recomienda una prueba de esfuerzo limitada por síntomas y bajo supervisión médica antes de iniciar un programa de ejercicios para estas personas. Pueden realizarse evaluaciones adicionales, que varían según los resultados de la prueba de esfuerzo y el estado clínico de la persona.

Cuando la prueba de esfuerzo se realiza con el propósito específico de diseñar la prescripción médica, se prefiere que las personas tomen sus medicamentos antihipertensivos habituales según lo recomendado.

Las personas en tratamiento con betabloqueantes probablemente presenten una respuesta atenuada de la frecuencia cardíaca al ejercicio y una capacidad máxima de ejercicio reducida. Las personas en tratamiento con diuréticos pueden experimentar hipopotasemia y otros desequilibrios electrolíticos, arritmias cardíacas o, potencialmente, un falso positivo en la prueba de esfuerzo.

5.3. PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO

El ejercicio aeróbico crónico de intensidad, duración y volumen adecuados que promueve una mayor capacidad de ejercicio produce reducciones de la PAS y la PAD en reposo de 5 a 7 mmHg, así como reducciones de la PAS durante el ejercicio con cargas de trabajo submáximas en personas con hipertensión. También se ha descrito una regresión del grosor de la pared cardíaca y de la masa ventricular izquierda en personas con hipertensión que participan en entrenamiento aeróbico regular, así como una menor masa ventricular izquierda en personas con prehipertensión y una condición física moderada a alta. Se debe hacer hincapié en las actividades aeróbicas; sin embargo, estas pueden complementarse con entrenamiento de resistencia de intensidad moderada. Existe cierto respaldo a que el ejercicio de resistencia por sí solo puede reducir la PA, aunque la evidencia es inconsistente. Los ejercicios de flexibilidad deben realizarse después de un calentamiento completo o durante el período de enfriamiento, siguiendo las directrices para adultos sanos.

5.3. CONSIDERACIONES PARA EL ENTRENAMIENTO FÍSICO

Se debe considerar el nivel de control de la presión arterial, los cambios recientes en el tratamiento antihipertensivo, los efectos adversos relacionados con la medicación, la presencia de enfermedad de órganos diana, otras comorbilidades y la edad. Se deben realizar los ajustes necesarios en la prescripción médica. En general, la progresión debe ser gradual, evitando aumentos significativos en cualquiera de los componentes del FITT de la prescripción médica, especialmente la intensidad en la mayoría de las personas con hipertensión.

Es probable que en algunas personas se presente una respuesta exagerada de la presión arterial a intensidades de ejercicio relativamente bajas y a niveles de frecuencia cardíaca (FC) $<85\%$ de la frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx}) prevista para la edad, incluso después de controlar la presión arterial en reposo con medicación antihipertensiva. En algunos casos, una prueba de esfuerzo puede ser beneficiosa para establecer la FC de ejercicio correspondiente a la presión arterial exagerada en estas personas.

Es prudente mantener una PAS ≤ 220 mmHg y/o una PAD ≤ 105 mmHg durante el ejercicio (87). Aunque el ejercicio aeróbico de intensidad vigorosa (es decir, $\geq 60\%$ de la oxigenación) no está necesariamente contraindicado en pacientes con hipertensión, generalmente se recomienda el ejercicio aeróbico de intensidad moderada (es decir, $40\%-59\%$ de la oxigenación) para optimizar la relación beneficio-riesgo.

Las personas con hipertensión suelen tener sobrepeso u obesidad. La prescripción médica debe centrarse en aumentar el gasto calórico junto con la reducción de la ingesta calórica para facilitar la pérdida de peso.

Inhalar y contener la respiración mientras se levanta una pesa (es decir, la maniobra de Valsalva) puede provocar respuestas de presión arterial extremadamente altas, mareos e incluso desmayos. Por lo tanto, esta práctica debe evitarse durante el entrenamiento de resistencia.

5.3.1. CONSIDERACIONES ESPECIALES

Las pruebas de ejercicio y el entrenamiento de intensidad vigorosa para personas con hipertensión con riesgo moderado a alto de complicaciones cardíacas deben estar bajo supervisión médica hasta que se haya establecido la seguridad de la actividad prescrita.

Los betabloqueantes y los diuréticos pueden afectar negativamente la función termorreguladora. Los betabloqueantes también pueden aumentar la predisposición a la hipoglucemia en ciertas personas (especialmente en pacientes con DM que toman insulina o medicamentos secretagogos de insulina que aumentan la secreción pancreática de insulina) y enmascarar algunas de las manifestaciones de la hipoglucemia (en particular, la taquicardia). En estas situaciones, se debe informar a los pacientes sobre los signos y síntomas de la intolerancia al calor y la hipoglucemia, así como sobre las precauciones que deben tomarse para evitarlas. Los betabloqueantes, en particular los no selectivos, pueden reducir la capacidad de ejercicio submáxima y máxima, principalmente en pacientes sin isquemia miocárdica. La frecuencia cardíaca máxima (FC) alcanzada durante una prueba de esfuerzo estandarizada debe utilizarse para establecer la intensidad del entrenamiento. Si no se dispone de la FC máxima, debe utilizarse la EPR. Los medicamentos antihipertensivos, como los alfabloqueantes, los bloqueadores de los canales de calcio y los vasodilatadores, pueden provocar reducciones repentinas y excesivas de la presión arterial (PA) después del ejercicio. Por lo tanto, la finalización del ejercicio debe ser gradual, y el período de enfriamiento debe prolongarse y monitorizarse cuidadosamente hasta que la PA y la FC vuelvan a niveles cercanos a los de reposo.

Es probable que la mayoría de las personas mayores presenten hipertensión. La reducción de la PA relacionada con el ejercicio es independiente de la edad. Por lo tanto, las personas mayores experimentan reducciones de la PA inducidas por el ejercicio similares a las de las personas más jóvenes.

Los efectos hipotensores del ejercicio aeróbico son inmediatos; se trata de una respuesta fisiológica conocida como hipotensión post-ejercicio. Se debe informar a los pacientes sobre la hipotensión post-ejercicio y

se les debe indicar cómo modular sus efectos (p. ej., realizar ejercicio continuo de intensidad muy baja, como caminar despacio). Si una persona con hipertensión presenta isquemia durante el ejercicio, se deben seguir las recomendaciones de la prescripción médica para personas con enfermedad cardiovascular con isquemia.

6. CONCLUSIONES

Basado en la evidencia disponible hasta el momento, la tensión arterial comienza a ↓ a partir de las 2 semanas de ejercicio terapéutico dirigido en pacientes con HTA, y con 4 semanas la tensión arterial se va controlando.

Esta reducción de la TA se ve aumentada por la combinación de los mismos ejercicios, con ejercicios de fuerza.

Posiblemente el gran problema de la pauta de ejercicio es la falta de adherencia terapéutica por parte de los pacientes, y con una App como HEARTyFIT podríamos minimizar dicha adherencia.

Se requieren más ensayos clínicos que confirmen los resultados obtenidos por otros autores, con mayor tamaño muestral y segregadas por sexo.

7. REFERENCIAS

- Alizadeh AM, Isanejad A, Sadighi S, et al. (2019). High-intensity interval training can modulate the systemic inflammation and HSP70 in the breast cancer: a randomized control trial. *J Cancer Res Clin Oncol*;145(10):2583-2593.
- Alvero JR, Cabañas MD, De Lucas AH, et al. (2009). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. *Arch Med Deporte*;131:166-79.
- Anderson DE, McNeely JD, Windham BG. (2010). Regular slow-breathing exercise effects on blood pressure and breathing patterns at rest. *J Hum Hypertens*;24(12):807-13.
- Ando R, Saito A, Umemura Y, et al. (2015). Local architecture of the vastus intermedius is a better predictor of knee extension force than that of the other quadriceps femoris muscle heads. *Clin Physiol Funct Imaging*;35(5):376-82.

- Arias-Buría JL, Martín-Saborido C, Cleland JA, et al. (2018). Cost-effectiveness Evaluation of the Inclusion of Dry Needling into an Exercise Program for Subacromial Pain Syndrome: Evidence from a Randomized Clinical Trial. *Pain Med*;19(12):2336-47.
- Arts IMP, Pillen S, Schelhaas HJ, et al. (2010). Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults. *Muscle Nerve*;41(1):32-41.
- Bai, T., Fang, F., Li, F. et al. (2020). Sarcopenia is associated with hypertension in older adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr* ;20(1):279.
- Balestroni G, Bertolotti G. (2012). EuroQol-5D (EQ-5D): uno strumento per misurare la qualità della vita [EuroQol-5D (EQ-5D): an instrument for measuring quality of life]. *Monaldi Arch Chest Dis*;78(3):155-9. Italiano.
- Bassi C. (2008). Los tensiómetros y su fiabilidad. *Revista Consumer de Eroski*. Disponible en: <https://www.consumer.es/salud/atencion-sanitaria/los-tensiometros-y-su-fiabilidad.html>.
- Bragulat E. (2001). Tratamiento farmacológico de la hipertensión arterial: fármacos antihipertensivos. *Medicina integral: Medicina preventiva y asistencial en atención primaria de la salud*;37(5):215-21.
- Cancela JM, Ayán C, Vila H, et al. (2019). Validez de Constructo del Cuestionario Internacional de Actividad Física en Universitarios Españoles. *Rev Iberoam Diagn Ev; RIDEP*;52(3):5-14.
- Carbonell-Baeza, A. et al. (2015). Reliability and feasibility of physical fitness tests in female fibromyalgia patients. *Int. J. Sports Med.* 36, 157-62.
- Cheng KY, Chow SK, Hung VW, et al. (2021). Diagnosis of sarcopenia by evaluating skeletal muscle mass by adjusted bioimpedance analysis validated with dual-energy X-ray absorptiometry. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*;12(6):2163-73.
- Correia RR, Veras ASC, Tebar WR. et al. (2023). Strength training for arterial hypertension treatment: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Sci Rep*;13(1):201.
- Cornelissen VA, Verheyden B, Aubert AE, et al. (2010). Effects of aerobic training intensity on resting, exercise and post-exercise blood pressure, heart rate and heart-rate variability. *J Hum Hypertens*;24(3):175-82.
- Cornelissen VA, Smart NA. (2013). Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*;2(1):e004473.
- Baquía D i, Llachb B i, Roca-Cusachsc A. (2002). Cuestionario de calidad de vida en hipertensión arterial (CHAL). *Aten Primaria*;2:116-21.

- Dasí F, Navarro-García MM, Jiménez-Heredia M, et al. (2012). Evaluation of the quality of publications on randomized clinical trials using the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) statement guidelines in a Spanish tertiary hospital. *J Clin Pharmacol*;52(7):1106-14.
- Edwards JJ, Deenmamode AHP, Griffiths M, et al. (2023). Exercise training and resting blood pressure: a large-scale pairwise and network meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med*;57(20):1317-26.
- Estrada Reventosa D, Ho Wongb TM, Agudo Ugenac JP, et al. (2013). Validación de un cuestionario de conocimientos sobre la hipertensión. *Hipertens Riesgo Vasc*;30(4):127-34.
- Fain EA, Kennell B. (2014). Nintendo® Wii™ and a Physical Activity Routine: Effective Therapeutic Interventions in the Older Adult Population?. *Open Journal of Nursing*;04(08):577-82.
- Fernández S, Franklin J, Amlani N, et al. (2015). Activité physique et cancer: une étude transversale sur les obstacles et les facteurs favorisant l'exercice pendant le traitement du cancer [Physical activity and cancer: A cross-sectional study on the barriers and facilitators to exercise during cancer treatment]. *Can Oncol Nurs J*;25(1):37-48. Francés.
- Fernández-de-Las-Peñas C, Ortega-Santiago R, Fahandezh-Saddi Díaz H, et al. (2019). Cost-Effectiveness Evaluation of Manual Physical Therapy Versus Surgery for Carpal Tunnel Syndrome: Evidence From a Randomized Clinical Trial. *J Orthop Sports Phys Ther*;49(2):55-63.
- Fundación Española del Corazón. (02 noviembre 2023). ¿Cuánto tiempo debes practicar tu deporte favorito para obtener beneficios cardiovasculares?. Blog impulso vital. Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/blog-impulso-vital/3977-cuanto-tiempo-debes-practicar-tu-deporte-favorito-para-obtener-beneficios-cardiovasculares.html>.
- García-Portilla MP, Bascarán MT, Sáiz PA, et al. (2015). Banco de instrumentos básicos para la práctica de la psiquiatría clínica 7ª ed. Madrid: Cyesan.
- Global Burden of Disease Collaborative Network, Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) Results (2020, Institute for Health Metrics and Evaluation – IHME).
- Global Burden of Disease Collaborative Network, Global Burden of Disease Study 2021 (GBD 2021) Results (2024, Institute for Health Metrics and Evaluation – IHME). Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>.
- Hajat C, Stein E. (2018). The global burden of multiple chronic conditions: A narrative review. *Prev Med Rep*;12:284-93.

- Hamilton GF, McDonald C, Chenier TC. (1992). Measurement of grip strength: validity and reliability of the sphygmomanometer and jamar grip dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther*;16(5), 215-19.
- Irvine LA, Stanton RA. (2022). Systematic review of cardiorespiratory fitness testing in major depression. *J Clin Exerc Physiol*;11:103-14.
- Izquierdo M, Fiatarone Singh MA. (2025). Evidence-based exercise enhances healthy aging. *J Nutr Health Aging*;29(1):100411.
- Jordan AN, Anning C, Wilkes L, et al. (2022). Cross-cultural adaptation of the Spanish MINICHAL instrument into English for use in the United Kingdom. *Health Qual Life Outcomes*;20(1):39.
- Jouven X, Empana JP, Schwartz PJ, Desnos M, Courbon D, Ducimetière P. (2005). Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. *New England journal of medicine*;352(19):1951-8.
- Kim Y, Lai B, Mehta T, et al. (2019). Exercise Training Guidelines for Multiple Sclerosis, Stroke, and Parkinson Disease: Rapid Review and Synthesis. *Am J Phys Med Rehabil*;98(7):613-21.
- Kong YK, Lowe BD. (2005). Optimal cylindrical handle diameter for grip force tasks. *Int J Ind Ergon* 35(6):495-507.
- Kreutz R, Brunström M, Burnier M, et al. (2024). 2024 European Society of Hypertension clinical practice guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur J Intern Med*;126:1-15. Disponible en: <https://www.cardioteca.com/hipertension-arterial/5934-2024-guia-de-la-sociedad-europea-de-hipertension-para-el-tratamiento-de-la-hipertension-arterial.html>.
- Lam NW, et al. (2016). Normative data for hand grip strength and key pinch strength, stratified by age and gender for a multiethnic Asian population. *Singapore Med J*. 57, 578-84.
- Ley 44/2003, de 21 de noviembre, de Ordenación de las Profesiones Sanitarias. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2003/11/22/pdfs/A41442-41458.pdf>. [consultado 6 febrero 2025].
- Lopes S, Mesquita-Bastos J, Garcia C, et al. (2021). Effect of Exercise Training on Ambulatory Blood Pressure Among Patients With Resistant Hypertension: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol*;6(11):1317-23.
- Lu L, Mao L, Feng Y, et al. (2021). Effects of different exercise training modes on muscle strength and physical performance in older people with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr*;21(1):708.
- McEvoy JW, McCarthy CP, Bruno RM, et al. (2024). 2024 ESC Guidelines for the management of elevated blood pressure and hypertension. *Eur Heart J*;45(38):3912-4018. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39210715/>.

- Martinoli C. (2010). Musculoskeletal ultrasound: Technical guidelines. *Insights Imaging* ;1:99-141.
- Maruf FA, Akinpelu AO, Salako BL. (2013). Self-reported quality of life before and after aerobic exercise training in individuals with hypertension: a randomised-controlled trial. *Appl Psychol Health Well Being*;5(2):209-24.
- Masson GS, Costa TSR, Yshii L, et al. (2014). Time-dependent effects of training on cardiovascular control in spontaneously hypertensive rats: role for brain oxidative stress and inflammation and baroreflex sensitivity. *PLoS One*;9(5):e94927.
- Mazón P. Guía ESC 2024 sobre el manejo de la presión arterial elevada y la hipertensión [2024 ESC Guidelines for the management of elevated blood pressure and hypertension]. The European Society of Cardiology 2024. Español. Disponible en: https://escardiolgia.es/images/2023/Gu%C3%ADas/Final_GPC_ESC_2024_PA_elevada_e_hipertensio%CC%81n.pdf.
- Millar PJ, McGowan CL, Cornelissen VA, Araujo CG, Swaine IL. (2014). Evidence for the role of isometric exercise training in reducing blood pressure: potential mechanisms and future directions. *Sports Medicine*, 44, 345-56.
- Merizalde Peñafiel J, Stein R. (2023). Efectos del entrenamiento de fuerza y resistencia en la presión arterial. *Revista de Salud Pública*, 35(2), 123-35.
- Nagy, E., Samaan, E., El-Gamal, M. et al. (2024). Concordance between muscle mass assessed by bioelectrical impedance analysis and by muscle ultrasound: a cross-sectional study in a cohort of patients on chronic hemodialysis. *BMC Nephrol*;25(1):49.
- Pedersen BK, Saltin B. (2015). Exercise as medicine-evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports*;25 Suppl 3:1-72.
- Pedralli ML, Marschner RA, Kollet DP, et al. (2020). Different exercise training modalities produce similar endothelial function improvements in individuals with prehypertension or hypertension: a randomized clinical trial Exercise, endothelium and blood pressure. *Sci Rep*;10(1):7628.
- Pober DM, Freedson PS, Kline GM, et al. (2002). Development and validation of a one-mile treadmill walk test to predict peak oxygen uptake in healthy adults ages 40 to 79 years. *Can J Appl Physiol*;27(6):575-89.
- Saco-Ledo G, Valenzuela PL, Ruiz-Hurtado G, et al. (2020). Exercise Reduces Ambulatory Blood Pressure in Patients With Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Am Heart Assoc*;9(24):e018487.

- Saez M, Barceló MA. (2012). Coste de la hipertensión arterial en España. [Cost of arterial hypertension in Spain]. *Hipertensión y Riesgo Vascular*;29(4):145-51. Español.
- Sainz de Abajo B, Rodrigues JJPC, García Salcines E, et al. (2011). M-Health y T-Health. La Evolución Natural del E-Health [The Natural Evolution of E-Health]. *RevistaeSalud.com*;7(25). Español.
- Schwartz J, Mas-Alzs S, Takito MY, et al. (2019). Cross-cultural translation, adaptation, and reliability of the Spanish version of the Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+). *Health & Fitness Journal of Canada*;12(4):3-14.
- STSJ (Sentencia del Tribunal Superior de Justicia) de la Comunidad de Madrid 277/2021 de la Sala de lo Contencioso, Sección 6, Rec 1153/2018 de 07 de Mayo de 2021. Disponible en: <https://www.iberley.es/jurisprudencia/sentencia-administrativo-n-277-2021-ts-j-madrid-sala-contencioso-sec-6-rec-1153-2018-07-05-2021-48370484>. [consultado 6 febrero 2025].
- Subirats Vilab G, Soteras Martínez I. (2012). Prescripción de ejercicio físico: indicaciones, posología y efectos adversos. *Medicina Clínica*;138(1):18-24.
- Tawfik EA, Walker FO, Cartwright MS. (2015). Neuromuscular ultrasound of cranial nerves. *J Clin Neurol*;11(2):109-21.
- Thomaes T, Thomis M, Onkelinx S, et al. (2012). Reliability and validity of the ultrasound technique to measure the rectus femoris muscle diameter in older CAD-patients. *BMC Med Imaging*;12:7.
- Travell JG, Simons DG. (1999). Myofascial pain and dysfunction. The trigger point manual, 2nd edition, volume 1. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Tucker LA, Bates CJ. (2024). Telomere Length and Biological Aging: The Role of Strength Training in 4814 US Men and Women. *Biology (Basel)*;13(11):883.
- Varela Arévalo MT. (2010). El reto de evaluar la adherencia al tratamiento en la hipertensión arterial. *Pensamiento Psicológico*;14(7):127-40.
- Valdespino-Mendieta J, López A, García M. (2025). Impacto del ejercicio aeróbico en la hipertensión arterial: Un metaanálisis. *Journal of Cardiovascular Research*, 42(4), 456-70.
- Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, et al. (2018). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension*;71(6):e13-e115.

EL USO DE LA PLATAFORMA DE EJERCICIO TERAPÉUTICO HEARTYFIT MEJORAR LA FUERZA MUSCULOESQUELÉTICA EN PACIENTES CON HIPERTENSIÓN ARTERIAL CONTROLADA

JOSÉ LUIS ARIAS BURÍA
Universidad Rey Juan Carlos

1. INTRODUCCIÓN

1.1. HIPERTENSIÓN ARTERIAL

La Hipertensión Arterial (HTA) constituye uno de los principales La Enfermedad se define como cualquier estado en el que haya un deterioro de la salud del organismo humano. Aunque al pensar en patología solemos recurrir a infecciones víricas o bacterianas, la realidad es que las condiciones no transmisibles dominan el terreno médico. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 74 % de las muertes globales se producen por enfermedades que no se contagian, como los cánceres, los problemas respiratorios crónicos, la diabetes y la hipertensión (Global Burden of Disease Collaborative Network, 2024).

Algunas de estas Enfermedades No Transmisibles (ENT), también conocidas como enfermedades crónicas y, por lo general, de alta prevalencia, no curable y de progresión lenta, se tratan con los medicamentos y terapias adecuadas. Por otro lado, existen diversas condiciones que solo se pueden abordar aliviando los síntomas y evitando la progresión, pues no existe una cura clara para ellas. Según estudios epidemiológicos, hasta el 57 % de la población adulta en regiones de alto ingreso tiene más de una enfermedad crónica, por lo que este conjunto patológico supone un verdadero desafío tanto a nivel clínico como social. Las enfermedades crónicas son mucho más comunes en la vejez y hasta el 80 %

de las personas tienen al menos una de estas condiciones a partir de los 65 años (Global Burden of Disease Collaborative Network, 2024).

Las ENT amenazan el avance hacia el cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, entre cuyas metas está reducir la probabilidad de morir de cualquiera de las 4 principales ENT en las personas de entre 30-70 años para 2030 (Global Burden of Disease Collaborative Network, 2019).

La pobreza está estrechamente relacionada con las ENT. Se prevé que el rápido aumento de las ENT entorpezca las iniciativas de reducción de la pobreza en países de ingreso bajo, sobre todo por el aumento de los costos domésticos asociados a la atención de la salud. Las personas vulnerables y socialmente desfavorecidas enferman y mueren antes que las personas con mejor situación socioeconómica, especialmente porque puede que tengan gobiernos deben invertir en sistemas de salud que respondan a las expectativas y las necesidades de los usuarios (Global Burden of Disease Collaborative Network, 2019).

La hipertensión arterial es una de las enfermedades denominadas “silenciosas” (diabetes, osteoporosis, ...), porque las personas que la padecen no presentan unos síntomas claros, estos no se manifiestan durante mucho tiempo, y muchas veces no diagnosticada. Según la National Council of Aging (NCOA), la hipertensión es la enfermedad crónica más común en adultos, afectando al 58 % de este grupo poblacional, afectando a 1 de cada 3 personas adultas. Esta condición se diagnostica cuando el valor máximo de la presión arterial es ≥ 140 mmHg y el valor mínimo es ≥ 90 mmHg. Más de 1.280 millones de personas en todo el mundo son hipertensas, pero de media la mitad no lo saben (Hajat et al., 2018).

Hay 2 tipos principales de presión arterial alta (Kreutz et al., 2024):

- Primaria o esencial: es el tipo más común de presión arterial alta. Por lo general se desarrolla con el tiempo a medida que envejece. Sin una causa identificable clara.
- Secundaria: es causada por otra condición médica, el uso de ciertos medicamentos o debida a una infección subyacente.

Existen muchos factores de riesgo (Kreutz et al., 2024) para el desarrollo de hipertensión primaria, entre los que destacan la:

- Edad avanzada.
- Antecedentes familiares.
- Obesidad.
- Falta de ejercicio
- Tabaquismo.

La HiperTensión Arterial (HTA) o crisis hipertensiva, es el factor de riesgo cardiovascular más frecuente. Se produce por el aumento, sostenido en el tiempo, de la fuerza que ejerce la sangre sobre las paredes de las arterias. Es una enfermedad que generalmente no da síntomas y, si no se diagnostica y no se trata, provoca frecuentemente complicaciones graves como el infarto de corazón, el accidente cerebrovascular o la necesidad de diálisis por daño renal (Kreutz et al., 2024).

Se dice que la HTA es multifactorial porque está determinada e influenciada por muchos factores distintos. La herencia (padres o hermanos hipertensos), la edad (con el paso de los años la posibilidad de ser hipertenso aumenta mucho), la obesidad, el consumo excesivo de sal, el consumo excesivo de alcohol, fumar, el uso prolongado de algunos medicamentos (corticoides, descongestivos nasales, analgésicos) y la falta de actividad física, son algunos de los factores que provocan HTA (Kreutz et al., 2024).

La única manera de detectar la HTA es mediante su medición con un tensiómetro y en condiciones adecuadas. Al ser un problema silencioso y sin síntomas, muchas personas tienen la presión arterial elevada durante años sin saberlo. Existen 2 medidas: la Presión Arterial Sistólica (PAS) o máxima y la Presión Arterial Diastólica (PAD) o mínima. Para interpretar los valores hallados en niños/as y adolescentes, se deben comparar con las tablas de referencia para edad, sexo y talla. Esto se debe a que la presión va variando a medida que se va incrementando la edad y la talla (Kreutz et al., 2024).

Tratamiento

El tratamiento de la HTA debe ser individualizado y escalonado, combinando intervenciones no farmacológicas y farmacológicas:

1. Modificaciones del estilo de vida

- ✓ Dieta DASH: rica en frutas, verduras, baja en sodio y grasas saturadas.
- ✓ Ejercicio aeróbico regular (30 min/día, 5 días/semana).
- ✓ Reducción del consumo de alcohol y abandono del tabaco.
- ✓ Control del peso y manejo del estrés 2.

2. Tratamiento farmacológico

Según la OMS y el NHLBI, se recomienda iniciar tratamiento farmacológico en pacientes con:

- ✓ Presión $\geq 140/90$ mmHg persistente.
- ✓ Presión $\geq 130/80$ mmHg en pacientes con riesgo cardiovascular alto o comorbilidades.

Fármacos de primera línea:

- ✓ Diuréticos tiazídicos (ej. clortalidona)
- ✓ Inhibidores de la ECA (ej. enalapril)
- ✓ Antagonistas del receptor de angiotensina II (ARA II)
- ✓ Calcioantagonistas (ej. amlodipino)
- ✓ La terapia combinada inicial es preferible en muchos casos para lograr un control más rápido y sostenido.

1.2. PÉRDIDA DE FUERZA

La pérdida de fuerza muscular, tanto en miembros superiores como inferiores, es un síntoma frecuente en la práctica clínica que puede reflejar desde procesos fisiológicos del envejecimiento hasta patologías neuromusculares graves. Su identificación oportuna es esencial, ya que puede comprometer la funcionalidad, la autonomía y la calidad de vida del paciente. Este artículo revisa las principales causas, herramientas diagnósticas y estrategias terapéuticas para el abordaje integral de este signo clínico.

Etiología y fisiopatología

La pérdida de fuerza puede clasificarse según su origen:

- Neurológica: enfermedades del sistema nervioso central (ACV, esclerosis múltiple), periférico (neuropatías, síndrome de Guillain-Barré) o de la unión neuromuscular (miastenia gravis).
- Muscular: miopatías inflamatorias, distrofias musculares, sarcopenia.
- Multifactorial: inmovilización prolongada, desnutrición, enfermedades sistémicas (diabetes, insuficiencia renal, cáncer).
- En adultos mayores, la sarcopenia —pérdida progresiva de masa y fuerza muscular— es una causa prevalente, asociada al envejecimiento, inactividad física y cambios hormonales 3.

Evaluación clínica

El enfoque diagnóstico debe ser sistemático:

1. Historia clínica

- ✓ Inicio (agudo vs. progresivo)
- ✓ Distribución (simétrica/asimétrica, proximal/distal)
- ✓ Factores desencadenantes (trauma, infecciones, fármacos)
- ✓ Síntomas asociados: dolor, fatiga, alteraciones sensitivas

2. Exploración física

- ✓ Evaluación de fuerza muscular (escala MRC)
- ✓ Reflejos osteotendinosos
- ✓ Tono muscular y trofismo
- ✓ Pruebas funcionales: test de levantarse de la silla, marcha, equilibrio

3. Estudios complementarios

- ✓ Laboratorio: CPK, TSH, vitamina D, función renal y hepática
- ✓ Electromiografía y estudios de conducción nerviosa
- ✓ Imagen: RMN cerebral o medular si se sospecha lesión central

- ✓ Biopsia muscular en casos seleccionados
- ✓ Abordaje terapéutico

El tratamiento depende de la etiología, pero existen principios comunes:

1. Rehabilitación física

- ✓ Ejercicio de resistencia y fuerza progresiva
- ✓ Terapia ocupacional para miembros superiores
- ✓ Entrenamiento de la marcha y equilibrio para miembros inferiores
- ✓ Programas de prevención de caídas 2

2. Nutrición

- ✓ Aporte adecuado de proteínas (1.2–1.5 g/kg/día en adultos mayores)
- ✓ Suplementación con vitamina D y aminoácidos esenciales si es necesario

3. Tratamiento etiológico

- ✓ Inmunoterapia en miopatías inflamatorias
- ✓ Control glucémico en neuropatías diabéticas
- ✓ Suspensión de fármacos miotóxicos

4. Tecnología asistencial

- ✓ Órtesis, bastones, andadores
- ✓ Estimulación eléctrica funcional en casos seleccionados
- ✓ Seguimiento y pronóstico
- ✓ El seguimiento debe ser multidisciplinario, con reevaluación periódica de la fuerza, funcionalidad y calidad de vida. El pronóstico varía según la causa: mientras que la sarcopenia y la debilidad por desuso son reversibles, las enfermedades neurodegenerativas suelen requerir un enfoque paliativo y de soporte.

2. OBJETIVOS

Objetivo Principal:

- La Fisioterapia mediante Ejercicio físico aeróbico puede reducir o controlar la Hipertensión Arterial.

Objetivos Secundarios:

- Evaluar el grado/porcentaje de adherencia según Edad.
- Evaluar el tiempo necesario para provocar un cambio en la Tensión Arterial.
- Conocer la hora que los pacientes prefieren realizar Ejercicio.
- Evaluar la posible correlación entre la ganancia de fuerza en las manos y el control de la hipertensión.
- Evaluar la posible correlación entre el aumento del área transversal del vasto intermedio y control de la hipertensión.
- Difundir entre los pacientes la importancia de realizar ejercicio terapéutico por parte del único profesional sanitario con competencias sobre la técnica de fisioterapia más efectiva pero con mayor intrusismo.

3. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizará un estudio de tipo ensayo clínico aleatorizado y controlado prospectivo y multicéntrico, cuya propuesta cuenta con el visto bueno de la Comisión Central de Investigación de Atención Primaria (5 de marzo de 2025), y la autorización del Gerente Asistencial de Atención Primaria de Madrid, y de la Fundación para la Investigación e Innovación Biosanitaria de Atención Primaria de Madrid (FIIBAP).

3.2. PARTICIPANTES

Para llevar a cabo este estudio cuantitativo, la muestra estuvo formada por 2 grupos paralelos, un grupo conservador que realizará una única sesión de ejercicio físico Grupal, mientras al grupo experimental se le enseñará los mismos ejercicios, pero a través de la plataforma digital.

Los criterios de selección de los pacientes serán:

3.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Los criterios de inclusión serán:

- 1. Pacientes mayores de 18 años y menores de 70 diagnosticados de hipertensión arterial controlada con medicación, de grado leve- moderado (igual o por encima de 140/90 mmHg) y preHTA, que además tengan la indicación/recomendación de realizar ejercicio físico moderado por parte de su médico.
- 2. Pacientes que tengan acceso móvil, tablet y/o ordenador y capacidad de utilizarla (sin brecha digital). Además, deben tener buen acceso a internet y tener una noción básica del uso de las tecnologías (tiene contraseñas, actualiza su móvil sólo, sabe descargarse Apps, y que sepa interpretar al menos 5 Apps en su móvil cada día).
- 3. Pacientes que puedan y sepan medir su tensión arterial de manera domiciliaria, que tengan aparatos de toma de tensión o que tengan acceso a ellos de manera regular.
- 4. Pacientes que no posean ningún SI en el cuestionario PAR-Q (*) ("Physical Activity Readiness Questionnaire" o "Cuestionario sobre la preparación para comenzar una actividad física"), que mide la preparación para comenzar una actividad física y se realiza previo al ejercicio por si hay riesgo de hacer ejercicio (Schwartz et al., 2019).

(*) El PAR-Q, (Anexo 4), es, como su propio nombre indica, un cuestionario formado por 7 sencillas preguntas sobre la salud de la persona que quiere comenzar un programa de Actividad Física.

Desarrollado originariamente por la Sociedad Canadiense de Fisiología del Ejercicio, el PAR-Q está validado en múltiples publicaciones y es utilizado mundialmente por organizaciones para valorar de una forma rápida y sencilla la existencia de riesgos para la salud antes de iniciar un programa de actividad física. Con las respuestas que usted proporcione, el resultado del cuestionario le indicará si puede comenzar con el programa de actividad física, de una forma razonablemente segura, o si debería consultar con su médico antes de iniciarse. Interpretación:

- Si ha respondido a las 7 preguntas NO, y hay una indicación facultativa, la práctica del ejercicio puede ser segura.
- Si ha respondido afirmativamente a alguna de las preguntas anteriores, le recomendamos la realización de un reconocimiento médico antes de iniciar cualquier tipo de actividad física, con el fin de evitar riesgos durante la práctica de la misma.
- En cualquier caso, si es mayor de 69 años, y no está acostumbrado a realizar ejercicio, consulte con su médico.

3.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Los criterios de exclusión serán:

- 1) Pacientes con HTA severa (síntomatología de gravedad), no tratada y/o no controlada.
- 2) Pacientes pluripatológicos o con comorbilidades que limiten la realización de ejercicio físico, pacientes que tengan déficits cognitivos o motores, traumatismos o problemas en la movilidad.
- 3) Pacientes en donde el ejercicio físico esté contraindicado o pueda suponer un riesgo de accidente cardiovascular.
- 4) Pacientes que hayan sufrido un accidente cardiovascular en los últimos 6 meses.
- 5) Personas sin acceso a móviles y/o ordenador, o que no tengan suficientes conocimientos o que no tengan acceso a internet de manera habitual.
- 6) Pacientes que no dispongan de aparatos de toma de tensión, o no sean capaces de medirla sin ayuda de sanitarios, o no sepan utilizar los dispositivos.

Después de todo ello, se les presentará la Hoja de Información al Paciente que incluye el Plan de Datos cuando hay tratamiento de datos personales (Anexo 5), y si están de acuerdo en participar, se les hará firmar el Consentimiento Informado (Anexo 6), donde incluirá datos de

contacto de los investigadores para cualquier duda o problema surgido durante la investigación. Los casos acudirán a la Clínica Universitaria de la Universidad Rey Juan Carlos (<https://maps.app.goo.gl/p8aCBwzHZod4MiLh6>).

3.3. RECLUTAMIENTO

Dado la dificultad de la captación para un programa tan específico de ejercicios terapéuticos, se plantea el reclutamiento de potenciales participantes en 2 fases.

La 1ª fase consistiría en anunciar la plataforma HEARTyFIT a través de un Póster Informativo (Anexo 7) que se colgarán en distintas Universidades, pero nunca en los distintos Centros sanitarios colaboradores porque no está permitido colgar carteles publicitando proyectos de investigación, donde se proporcionará datos de contacto de los investigadores (whatsapp y/o correo específico: heartyturjc@gmail.com) y una breve descripción del estudio y sus beneficios.

Esta fase se podría ampliar si no se llega a saturar ambos grupos, publicitando en un perfil privado y vinculado al Proyecto en distintas RR.SS.. Siempre que se pueda se recomienda utilizar medios de comunicación que garanticen la protección de datos personales de los potenciales pacientes, pero siempre evitando aplicaciones gratuitas una vez que se vayan a tratar datos personales en el reclutamiento,

Este Proyecto ha incluido al Centro de Salud de Atención Primaria COMILLAS situado en la calle de Eduardo Marquina 33 (28.019 - Madrid) (<https://maps.app.goo.gl/ouCG2FLe3pK3NdM47>).

En ningún caso, se realizará ninguna medición ni ocupación de espacios en los Centros de derivación de pacientes, sólo el reclutamiento, la firma del consentimiento informado y la derivación al técnico del Proyecto.

Durante la 2ª fase el reclutamiento mediante entrevista personalizada en la URJC por el técnico de investigación (alumno de 4º de Medicina), donde se le informará si desean conocer la información necesaria para participar en el proyecto y se volverá a confirmar si cumplen los criterios de selección.

El personal destinado para el primer screening será siempre el facultativo asignado por cada Centro, y una vez confirmada su participación por reunir los criterios de selección, el técnico se encargará de ponerse en contacto con él para darle las instrucciones y pasos a realizar.

Se utilizó una técnica de muestreo aleatorio (<https://www.sergas.es/Saude-publica/EPIDAT-3-1>), seleccionando a los participantes accesibles y que cumplan los criterios de inclusión y exclusión. El reclutamiento de los futuros pacientes se basó en su participación voluntaria, cumpliendo así con todos los derechos de protección de datos.

3.4. INTERVENCIÓN EN CADA GRUPO

El tratamiento mediante ejercicio terapéutico en pacientes hipertensos está avalado tanto en modelo animal (Masson et al., 2014), pero también en humanos por el Colegio Americano de Cardiología (Whelton et al., 2018), y cuya información fue actualizada 6 años más tarde por la Sociedad Europea del Corazón (McEvoy et al., 2024), y esta guía de práctica clínica está traducida al español (Mazón et al., 2024). Tanto en ratas (Masson et al., 2014), como en humanos, el ejercicio isométrico combinado con aeróbico (no exclusivamente aeróbico), habla que los beneficios comienzan a partir de 2 semanas (Edwards et al., 2023), aunque parece ser que el tiempo óptimo está en torno a las 4-8 semanas (McEvoy et al., 2024). Los ejercicios serán los mismos para ambos grupos.

Calcularemos la FCM (Frec Cardíaca Max), de trabajo mediante el método clásico de Astrand ($220 - \text{edad} = \text{lpm}$ $226 - \text{edad} = \text{lpm}$). En este tipo de pacientes recomendamos trabajar entre 55-79% de la FCM durante 30-45 min, y 3-4 veces/semana. En pacientes que no hayan realizado prueba de esfuerzo comenzaríamos con un 50-60% (Irvine et al., 2022).

Durante la sesión de ejercicios se trabajará en un intervalo de 6-7, según la escala del fisiólogo sueco Gunnar Borg (original en 1973, modificada en 1982 (Figura 2)), que creó una escala para valorar percepciones respecto al esfuerzo físico, que permite determinar y planificar la intensidad del ejercicio a nivel psicofisiológico, sin depender exclusivamente de parámetros más complejos.

3.4.1. GRUPO CONTROL/COMPARADOR

Estudio de grupos paralelos donde el grupo comparador recibirá una única sesión grupal de los ejercicios, y luego tendrán que reproducirlos en su domicilio durante 4 semanas (1 mes) (Figura 2). Esta sesión formativa se realizará de manera presencial en la Clínica Universitaria de la URJC.

3.4.2. GRUPO EXPERIMENTAL

El grupo experimental recibirá una única sesión formativa de la App y del uso del reloj inteligente, y si tiene la habilidad suficiente en su manejo que garantice la obtención de los datos y el seguimiento de los ejercicios, se meterá todos los días en la App, que le ofrecerá 5 ejercicios aleatorios de una duración aprox de 10-15 min, que incluirá 1 ejercicio respiratorio, 3 ejercicios aeróbicos y 1 ejercicio de fuerza. Los ejercicios tendrán una carga progresiva distinta la primera quincena de la segunda.

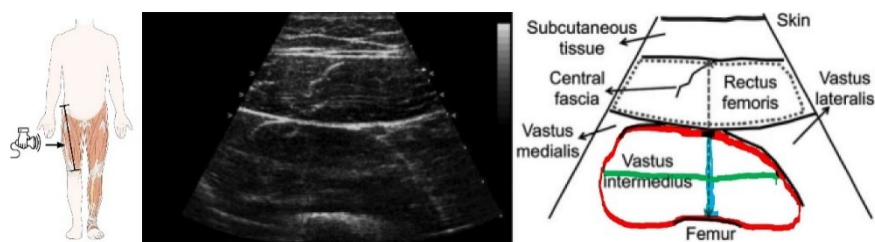
3.5. ANÁLISIS CUANTITATIVO POR ECOGRAFÍA

Todas las imágenes ecográficas se adquirieron con un dispositivo GE Logiq P9 y un transductor lineal ML 6–15-D de 6–15 MHz (General Electric Healthcare®, Milwaukee, WI, EE. UU.). Los ajustes de la consola también fueron estándar para todas las adquisiciones (frecuencia = 12 MHz, ganancia = 65 dB y profundidad = 6 cm). Todas las mediciones se realizaron siguiendo las pautas de la Sociedad Europea de Radiología Musculoesquelética (Martinoli, 2010).

3.5.1. ÁREA TRANSVERSAL Y GROSOR DEL VASTO INTERMEDIO

La arquitectura muscular ecográfica del cuádriceps femoral (grosor muscular, ángulo de pennación, y área transversal del músculo), en múltiples regiones se puede utilizar para predecir la fuerza de extensión de la rodilla. Observándose una correlación positiva significativa entre la fuerza de la MVC (Maximum Voluntary Contraction) y el grosor muscular al 56 % del VI anterior ($r = 0,74$; $P < 0,01$) (Ando et al., 2015) (Figura 1). La ecografía ya se ha validado como una herramienta validada y confiable para evaluar el diámetro del músculo cuádriceps en pacientes mayores con enfermedad coronaria (Thomaes et al., 2012).

FIGURA 1. Protocolo de adquisición del ROI del área transversal del vasto intermedio (modificado de Arts et al., 2010).



Protocolo de adquisición de las imágenes ecográficas: Los participantes serán colocados en decúbito supino sobre una camilla de exploración con un ángulo de flexión de rodilla de 90°. La longitud muscular y el vientre muscular de cada cabeza del grupo cuádriceps es diferente a lo largo del muslo, pero el punto validado es colocando el transductor lineal (ganancia: 58, frecuencia: 7,5 MHz; profundidad: 6 cm), cubierto con un gel transmisor soluble en agua (en cantidad suficiente para evitar la compresión de la superficie de la piel), en el punto medio entre la espina ilíaca anterosuperior y el polo superior de la rodilla.

El paciente será informado previamente de todo el protocolo de uso para su toma de decisión final en el Proyecto de forma presencial en la Clínica Universitaria de la URJC.

3.5.2. FUERZA DE AGARRE DE LA MANO

Para evaluar la contracción máxima de la fuerza de agarre manual voluntaria, se utilizará un dinamómetro manual Jamar (JLW Instruments, Chicago, IL, EE. UU.) (Figura 2). El dinamómetro manual hidráulico Jamar es un sistema hidráulico cerrado que registra la fuerza aplicada en kilogramos (Lam et al., 2016).

Procedimiento: El examinador explicó y demostró el procedimiento antes de la recolección de datos. Para realizar la medición, cada sujeto colocó el Jamar en su mano, con el brazo al lado del tronco, el hombro

en posición neutra, el codo flexionado a 90° y tiró de la barra metálica con los dedos (Hamilton et al., 1992).

FIGURA 2. *Dinamómetro manual tipo Jamar.*



Este procedimiento se realizó de forma bilateral. Se calculó la media de tres ensayos para cada lado (con períodos de descanso de 3 minutos entre repeticiones para evitar la fatiga) (Hamilton et al., 1992). El diámetro ($\emptyset$) del mango se estableció en el 19,7% de la longitud de la mano del participante (calculada desde el pliegue de la muñeca hasta la punta del dedo medio con la mano mientras se sostiene recta y rígida) según lo recomendado por Kong (Kong et al., 2005). Se ha demostrado que la confiabilidad de la fuerza de agarre manual en pacientes con Fibromialgia es excelente (Carbonell-Baeza, A. et al., 2015).

El paciente será informado previamente de todo el protocolo de uso para su toma de decisión final en el Proyecto de forma presencial en la Clínica Universitaria de la URJC.

4. RESULTADOS

Los efectos del ejercicio físico sobre la hipertensión arterial han sido ampliamente documentados en la literatura científica. En particular, tanto el ejercicio aeróbico como el de resistencia (fuerza) han

demostrado ser eficaces para reducir la presión arterial en individuos hipotensos, aunque mediante mecanismos fisiológicos distintos.

4.1. EJERCICIO AERÓBICO

Diversos estudios han mostrado que el ejercicio aeróbico regular, como caminar, correr o nadar, puede reducir significativamente la presión arterial sistólica y diastólica. En un metaanálisis reciente, se observó que la práctica de ejercicio aeróbico moderado durante al menos 30 minutos, cinco veces por semana, puede reducir la presión sistólica en aproximadamente 5-7 mmHg y la diastólica en 3-5 mmHg^[3]. Estos efectos se atribuyen a una mejora en la función endotelial, una reducción en la resistencia vascular periférica y una disminución de la actividad simpática.

Además, el ejercicio aeróbico contribuye a la pérdida de peso, mejora la sensibilidad a la insulina y reduce los niveles de estrés, todos factores que influyen positivamente en el control de la presión arterial^[3]. También se ha observado una mejora en la variabilidad de la frecuencia cardíaca, lo que indica una mejor regulación autonómica del sistema cardiovascular.

4.2. EJERCICIO DE FUERZA

Los principales beneficios del Ejercicio de Fuerza en pacientes con Hipertensión arterial son:

- Reducción de la Presión Arterial en Reposo: El entrenamiento de fuerza, especialmente cuando se realiza de forma moderada y controlada, contribuye a disminuir tanto la presión arterial sistólica como la diastólica en reposo. Estos efectos pueden observarse tras varias semanas de entrenamiento y son comparables, en algunos casos, a los efectos del ejercicio aeróbico.
- Mejora de la Salud Vascular: El ejercicio de fuerza favorece la función endotelial y mejora la elasticidad de las arterias, lo que facilita la circulación sanguínea y reduce la resistencia vascular periférica, un factor clave en el control de la presión arterial.

- Aumento de la Masa Muscular y Mejora del Metabolismo: Incrementar la masa muscular contribuye a mejorar el metabolismo basal, favorece la regulación de la glucosa y puede contribuir al control del peso corporal, todos factores que inciden positivamente en la salud cardiovascular.
- Disminución de la Resistencia Insulínica: El entrenamiento de fuerza mejora la sensibilidad a la insulina, lo cual es beneficioso para prevenir o controlar enfermedades metabólicas que frecuentemente se asocian con la hipertensión, como la diabetes tipo 2.
- Beneficios Psicológicos: Además de los efectos fisiológicos, el ejercicio de fuerza puede mejorar la autoestima, reducir el estrés y favorecer el bienestar emocional, lo que indirectamente ayuda al control de la presión arterial.

Por otro lado, el entrenamiento de resistencia o fuerza, tradicionalmente menos recomendado para personas hipertensas, ha ganado reconocimiento en los últimos años como una intervención segura y eficaz. Estudios recientes han demostrado que el entrenamiento de fuerza de intensidad moderada, realizado dos a tres veces por semana, puede reducir la presión arterial en magnitudes similares al ejercicio aeróbico.

El mecanismo principal por el cual el ejercicio de fuerza reduce la presión arterial parece estar relacionado con una mejora en la rigidez arterial, una reducción en la inflamación sistémica y una mayor eficiencia metabólica muscular. Además, este tipo de ejercicio mejora la masa muscular y la fuerza funcional, lo que puede facilitar la realización de actividades diarias y reducir el riesgo de caídas en adultos mayores.

El ejercicio de fuerza es una herramienta segura y eficaz para el manejo de la hipertensión arterial cuando se realiza de manera adecuada y personalizada. Incluir este tipo de actividad dentro de un programa integral de salud no solo contribuye al control de la presión arterial, sino que también mejora la calidad de vida y previene otras complicaciones asociadas a esta enfermedad.

5. DISCUSIÓN

La fuerza muscular es un componente clave de la salud funcional, especialmente en poblaciones envejecidas o con enfermedades crónicas. Diversos estudios han evaluado cómo el ejercicio físico, tanto aeróbico como de resistencia, puede modificar la fuerza en grupos musculares específicos como los de la mano (medida comúnmente con dinamometría de prensión) y la rodilla (medida con extensores o flexores isocinéticos o isométricos).

Cambios en la fuerza de la mano

La fuerza de prensión manual es un marcador clínico ampliamente utilizado para evaluar la fuerza general y el estado funcional. En un estudio longitudinal realizado por Merizalde Peñafiel y Stein (2023), se observó que un programa de entrenamiento de fuerza de 12 semanas produjo un aumento significativo de la fuerza de prensión en adultos mayores, con incrementos promedio de 4,2 kg en mujeres y 6,1 kg en hombres^[1]. Este cambio se asoció con mejoras en la movilidad y la capacidad para realizar actividades de la vida diaria.

Por otro lado, en pacientes con hipertensión, Valdespino-Mendieta et al. (2025) encontraron que la inclusión de ejercicios isométricos de mano (handgrip) no solo redujo la presión arterial, sino que también mejoró la fuerza de prensión en un 12% respecto al valor basal. Este hallazgo sugiere que el entrenamiento isométrico puede tener un doble beneficio: cardiovascular y funcional.

Cambios en la fuerza de la rodilla

La fuerza de los extensores de rodilla es fundamental para la marcha, el equilibrio y la prevención de caídas. En un metaanálisis publicado en Revista de Salud Pública (2015), se reportó que programas de entrenamiento de resistencia de 8 a 16 semanas aumentaron la fuerza isométrica de los extensores de rodilla en un rango de 15 a 25 Nm en adultos mayores sedentarios.

Además, estudios recientes han demostrado que incluso el ejercicio aeróbico, como caminar en pendiente o subir escaleras, puede inducir

mejoras modestas en la fuerza de la rodilla, especialmente cuando se realiza con sobrecarga progresiva. En un ensayo clínico aleatorizado, se observó un aumento del 10% en la fuerza de extensión de rodilla tras 10 semanas de caminata con chaleco lastrado.

Comparación y aplicaciones clínicas

Los cambios en la fuerza muscular tras el ejercicio dependen de múltiples factores: tipo de ejercicio, duración, intensidad, edad del participante y estado de salud. En general, los ejercicios de resistencia (dinámicos o isométricos) son más eficaces para aumentar la fuerza, mientras que los aeróbicos pueden mantenerla o mejorarla ligeramente si se aplican con carga.

Desde una perspectiva clínica, la mejora de la fuerza de prensión se asocia con menor riesgo de hospitalización, discapacidad y mortalidad. Del mismo modo, el fortalecimiento de los músculos de la rodilla puede prevenir caídas y mejorar la independencia funcional en adultos mayores.

Tabla comparativa de estudios sobre cambios en la fuerza muscular (N/A: "no disponible").

Estudio	Tipo de ejercicio	Cambio en fuerza de mano	Cambio en fuerza de rodilla
Merizalde Peñafiel & Stein (2023)	Entrenamiento de fuerza	4,2 kg (mujeres), 6,1 kg (hombres)	N/A
Valdespino-Mendieta et al. (2025)	Ejercicio isométrico (handgrip)	12% respecto al valor basal	N/A
Millar et al. (2014)	Entrenamiento de resistencia	N/A	15-25 Nm
Ensayo clínico aleatorizado	Caminata con chaleco lastrado	N/A	10% aumento

6. CONCLUSIONES

Basado en la evidencia disponible hasta el momento, el ejercicio aeróbico terapéutico de forma aislada no parece ser suficiente para provocar cambios en la fuerza del sistema neuromusculoesquelético, pero si combinamos los mismos ejercicios con ejercicio de fuerza, podemos obtener cambios en la fuerza de agarre de la mano y aumento del área transversal y grosor del vasto intermedio medido por ECOgrafía

La ECOgrafía podría ser un buen biomarcador para tener controlada la ganancia de fuerza tras la realización de ejercicio con la App HEARTyFIT en pacientes con HTA

Se requieren más ensayos clínicos que confirmen los resultados obtenidos por otros autores, con mayor tamaño muestral y segregadas por sexo.

7. REFERENCIAS

- Alizadeh AM, Isanejad A, Sadighi S, et al. (2019). High-intensity interval training can modulate the systemic inflammation and HSP70 in the breast cancer: a randomized control trial. *J Cancer Res Clin Oncol*;145(10):2583-2593.
- Álvarez-Aguilar Pablo. (2015). Efectos del ejercicio isométrico en la presión arterial: un metaanálisis. *Revista de Salud Pública*;27(4):456-68.
- Alvero JR, Cabañas MD, De Lucas AH, et al. (2009). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. *Arch Med Deporte*;131:166-79.
- Anderson DE, McNeely JD, Windham BG. (2010). Regular slow-breathing exercise effects on blood pressure and breathing patterns at rest. *J Hum Hypertens*;24(12):807-13.
- Ando R, Saito A, Umemura Y, et al. (2015). Local architecture of the vastus intermedius is a better predictor of knee extension force than that of the other quadriceps femoris muscle heads. *Clin Physiol Funct Imaging*;35(5):376-82.
- Arias-Buría JL, Martín-Saborido C, Cleland JA, et al. (2018). Cost-effectiveness Evaluation of the Inclusion of Dry Needling into an Exercise Program for Subacromial Pain Syndrome: Evidence from a Randomized Clinical Trial. *Pain Med*;19(12):2336-47.
- Arts IMP, Pillen S, Schelhaas HJ, et al. (2010). Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults. *Muscle Nerve*;41(1):32-41.
- Bai, T., Fang, F., Li, F. et al. (2020). Sarcopenia is associated with hypertension in older adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr* ;20(1):279.
- Balestroni G, Bertolotti G. (2012). EuroQol-5D (EQ-5D): uno strumento per misurare la qualità della vita [EuroQol-5D (EQ-5D): an instrument for measuring quality of life]. *Monaldi Arch Chest Dis*;78(3):155-9. Italiano.
- Bassi C. (2008). Los tensiómetros y su fiabilidad. *Revista Consumer de Eroski*. Disponible en: <https://www.consumer.es/salud/atencion-sanitaria/los-tensio-metros-y-su-fiabilidad.html>.

- Bragulat E. (2001). Tratamiento farmacológico de la hipertensión arterial: fármacos antihipertensivos. *Medicina integral: Medicina preventiva y asistencial en atención primaria de la salud*;37(5):215-21.
- Cancela JM, Ayán C, Vila H, et al. (2019). Validez de Constructo del Cuestionario Internacional de Actividad Física en Universitarios Españoles. *Rev Iberoam Diagn Ev; RIDEP*;52(3):5-14.
- Carbonell-Baeza, A. et al. (2015). Reliability and feasibility of physical fitness tests in female fibromyalgia patients. *Int. J. Sports Med.* 36, 157-62.
- Cheng KY, Chow SK, Hung VW, et al. (2021). Diagnosis of sarcopenia by evaluating skeletal muscle mass by adjusted bioimpedance analysis validated with dual-energy X-ray absorptiometry. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*;12(6):2163-73.
- Correia RR, Veras ASC, Tebar WR. et al. (2023). Strength training for arterial hypertension treatment: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Sci Rep*;13(1):201.
- Cornelissen VA, Verheyden B, Aubert AE, et al. (2010). Effects of aerobic training intensity on resting, exercise and post-exercise blood pressure, heart rate and heart-rate variability. *J Hum Hypertens*;24(3):175-82.
- Cornelissen VA, Smart NA. (2013). Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*;2(1):e004473.
- Baquía D i, Llachb B i, Roca-Cusachsc A. (2002). Cuestionario de calidad de vida en hipertensión arterial (CHAL). *Aten Primaria*;2:116-21.
- Dasí F, Navarro-García MM, Jiménez-Heredia M, et al. (2012). Evaluation of the quality of publications on randomized clinical trials using the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) statement guidelines in a Spanish tertiary hospital. *J Clin Pharmacol*;52(7):1106-14.
- Edwards JJ, Deenmamode AHP, Griffiths M, et al. (2023). Exercise training and resting blood pressure: a large-scale pairwise and network meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med*;57(20):1317-26.
- Estrada Reventosa D, Ho Wongb TM, Agudo Ugenac JP, et al. (2013). Validación de un cuestionario de conocimientos sobre la hipertensión. *Hipertens Riesgo Vasc*;30(4):127-34.
- Fain EA, Kennell B. (2014). Nintendo® Wii™ and a Physical Activity Routine: Effective Therapeutic Interventions in the Older Adult Population?. *Open Journal of Nursing*;04(08):577-82.
- Fernández S, Franklin J, Amlani N, et al. (2015). Activité physique et cancer: une étude transversale sur les obstacles et les facteurs favorisant l'exercice pendant le traitement du cancer [Physical activity and cancer: A cross-sectional study on the barriers and facilitators to exercise during cancer treatment]. *Can Oncol Nurs J*;25(1):37-48. Français.

- Fernández-de-Las-Peñas C, Ortega-Santiago R, Fahandezh-Saddi Díaz H, et al. (2019). Cost-Effectiveness Evaluation of Manual Physical Therapy Versus Surgery for Carpal Tunnel Syndrome: Evidence From a Randomized Clinical Trial. *J Orthop Sports Phys Ther*;49(2):55-63.
- Fundación Española del Corazón. (02 noviembre 2023). ¿Cuánto tiempo debes practicar tu deporte favorito para obtener beneficios cardiovasculares?. Blog impulso vital. Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/blog-impulso-vital/3977-cuanto-tiempo-debes-practicar-tu-deporte-favorito-para-obtener-beneficios-cardiovasculares.html>.
- García-Portilla MP, Basarán MT, Sáiz PA, et al. (2015). Banco de instrumentos básicos para la práctica de la psiquiatría clínica 7ª ed. Madrid: Cyesan.
- Global Burden of Disease Collaborative Network, Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) Results (2020, Institute for Health Metrics and Evaluation – IHME).
- Global Burden of Disease Collaborative Network, Global Burden of Disease Study 2021 (GBD 2021) Results (2024, Institute for Health Metrics and Evaluation – IHME). Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>.
- Hajat C, Stein E. (2018). The global burden of multiple chronic conditions: A narrative review. *Prev Med Rep*;12:284-93.
- Hamilton GF, McDonald C, Chenier TC. (1992). Measurement of grip strength: validity and reliability of the sphygmomanometer and jamar grip dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther*;16(5), 215-19.
- Irvine LA, Stanton RA. (2022). Systematic review of cardiorespiratory fitness testing in major depression. *J Clin Exerc Physiol*;11:103-14.
- Izquierdo M, Fiatarone Singh MA. (2025). Evidence-based exercise enhances healthy aging. *J Nutr Health Aging*;29(1):100411.
- Jordan AN, Anning C, Wilkes L, et al. (2022). Cross-cultural adaptation of the Spanish MINICHAL instrument into English for use in the United Kingdom. *Health Qual Life Outcomes*;20(1):39.
- Jouven X, Empana JP, Schwartz PJ, Desnos M, Courbon D, Ducimetière P. (2005). Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. *New England journal of medicine*;352(19):1951-8.
- Kim Y, Lai B, Mehta T, et al. (2019). Exercise Training Guidelines for Multiple Sclerosis, Stroke, and Parkinson Disease: Rapid Review and Synthesis. *Am J Phys Med Rehabil*;98(7):613-21.
- Kong YK, Lowe BD. (2005). Optimal cylindrical handle diameter for grip force tasks. *Int J Ind Ergon* 35(6):495-507.

- Kreutz R, Brunström M, Burnier M, et al. (2024). 2024 European Society of Hypertension clinical practice guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur J Intern Med*;126:1-15. Disponible en: <https://www.cardioteca.com/hipertension-arterial/5934-2024-guia-de-la-sociedad-europea-de-hipertension-para-el-tratamiento-de-la-hipertension-arterial.html>.
- Lam NW, et al. (2016). Normative data for hand grip strength and key pinch strength, stratified by age and gender for a multiethnic Asian population. *Singapore Med J.* 57, 578-84.
- Ley 44/2003, de 21 de noviembre, de Ordenación de las Profesiones Sanitarias. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2003/11/22/pdfs/A41442-41458.pdf>. [consultado 6 febrero 2025].
- Lopes S, Mesquita-Bastos J, Garcia C, et al. (2021). Effect of Exercise Training on Ambulatory Blood Pressure Among Patients With Resistant Hypertension: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol*;6(11):1317-23.
- Lu L, Mao L, Feng Y, et al. (2021). Effects of different exercise training modes on muscle strength and physical performance in older people with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr*;21(1):708.
- McEvoy JW, McCarthy CP, Bruno RM, et al. (2024). 2024 ESC Guidelines for the management of elevated blood pressure and hypertension. *Eur Heart J*;45(38):3912-4018. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39210715/>.
- Martinoli C. (2010). Musculoskeletal ultrasound: Technical guidelines. *Insights Imaging* ;1:99-141.
- Maruf FA, Akinpelu AO, Salako BL. (2013). Self-reported quality of life before and after aerobic exercise training in individuals with hypertension: a randomised-controlled trial. *Appl Psychol Health Well Being*;5(2):209-24.
- Masson GS, Costa TSR, Yshii L, et al. (2014). Time-dependent effects of training on cardiovascular control in spontaneously hypertensive rats: role for brain oxidative stress and inflammation and baroreflex sensitivity. *PLoS One*;9(5):e94927.
- Mazón P. Guía ESC 2024 sobre el manejo de la presión arterial elevada y la hipertensión [2024 ESC Guidelines for the management of elevated blood pressure and hypertension]. The European Society of Cardiology 2024. Español. Disponible en: https://secardiologia.es/images/2023/Gu%C3%ADas/Final_GPC_ESC_2024_PA_elevada_e_hipertensio%CC%8In.pdf.

- Millar PJ, McGowan CL, Cornelissen VA, Araujo CG, Swaine IL. (2014). Evidence for the role of isometric exercise training in reducing blood pressure: potential mechanisms and future directions. *Sports Medicine*, 44, 345-56.
- Merizalde Peñafiel J, Stein R. (2023). Efectos del entrenamiento de fuerza y resistencia en la presión arterial. *Revista de Salud Pública*, 35(2), 123-35.
- Nagy, E., Samaan, E., El-Gamal, M. et al. (2024). Concordance between muscle mass assessed by bioelectrical impedance analysis and by muscle ultrasound: a cross-sectional study in a cohort of patients on chronic hemodialysis. *BMC Nephrol*;25(1):49.
- Pedersen BK, Saltin B. (2015). Exercise as medicine-evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports*;25 Suppl 3:1-72.
- Pedralli ML, Marschner RA, Kollet DP, et al. (2020). Different exercise training modalities produce similar endothelial function improvements in individuals with prehypertension or hypertension: a randomized clinical trial Exercise, endothelium and blood pressure. *Sci Rep*;10(1):7628.
- Pober DM, Freedson PS, Kline GM, et al. (2002). Development and validation of a one-mile treadmill walk test to predict peak oxygen uptake in healthy adults ages 40 to 79 years. *Can J Appl Physiol*;27(6):575-89.
- Saco-Ledo G, Valenzuela PL, Ruiz-Hurtado G, et al. (2020). Exercise Reduces Ambulatory Blood Pressure in Patients With Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Am Heart Assoc*;9(24):e018487.
- Saez M, Barceló MA. (2012). Coste de la hipertensión arterial en España. [Cost of arterial hypertension in Spain]. *Hipertensión y Riesgo Vascular*;29 (4):145-51. Español.
- Sainz de Abajo B, Rodrigues JJPC, García Salcines E, et al. (2011). M-Health y T-Health. La Evolución Natural del E-Health [The Natural Evolution of E-Health]. *RevistaeSalud.com*;7(25). Español.
- Schwartz J, Mas-Alzs S, Takito MY, et al. (2019). Cross-cultural translation, adaptation, and reliability of the Spanish version of the Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+). *Health & Fitness Journal of Canada*;12(4):3-14.
- STSJ (Sentencia del Tribunal Superior de Justicia) de la Comunidad de Madrid 277/2021 de la Sala de lo Contencioso, Sección 6, Rec 1153/2018 de 07 de Mayo de 2021. Disponible en: <https://www.iberley.es/jurisprudencia/sentencia-administrativo-n-277-2021-tsj-madrid-sala-contencioso-sec-6-rec-1153-2018-07-05-2021-48370484>. [consultado 6 febrero 2025].

- Subirats Vilab G, Soteras Martínez I. (2012). Prescripción de ejercicio físico: indicaciones, posología y efectos adversos. *Medicina Clínica*;138(1):18-24.
- Tawfik EA, Walker FO, Cartwright MS. (2015). Neuromuscular ultrasound of cranial nerves. *J Clin Neurol*;11(2):109-21.
- Thomaes T, Thomis M, Onkelinx S, et al. (2012). Reliability and validity of the ultrasound technique to measure the rectus femoris muscle diameter in older CAD-patients. *BMC Med Imaging*;12:7.
- Travell JG, Simons DG. (1999). Myofascial pain and dysfunction. The trigger point manual, 2nd edition, volume 1. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Tucker LA, Bates CJ. (2024). Telomere Length and Biological Aging: The Role of Strength Training in 4814 US Men and Women. *Biology (Basel)*;13(11):883.
- Varela Arévalo MT. (2010). El reto de evaluar la adherencia al tratamiento en la hipertensión arterial. *Pensamiento Psicológico*;14(7):127-40.
- Valdespino-Mendieta J, López A, García M. (2025). Impacto del ejercicio aeróbico en la hipertensión arterial: Un metaanálisis. *Journal of Cardiovascular Research*, 42(4), 456-70.
- Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, et al. (2018). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension*;71(6):e13-e115.

RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD FÍSICA Y MEMORIA A CORTO PLAZO EN ADULTOS JÓVENES ASINTOMÁTICOS: UN ESTUDIO TRANSVERSAL

FRANCISCO GURDIEL-ÁLVAREZ
CSEU La Salle - UAM

ALBA RAMOS-URBANOS
Clínica Physed

ROBERTO CANO-DE-LA-CUERDA
*Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación
y Medicina Física, URJC*

RAÚL FERRER-PEÑA
CSEU La Salle – UAM; CS Entrevías – GAAP Madrid

1. INTRODUCCIÓN

La actividad física (AF) se ha consolidado como una intervención no farmacológica con efectos beneficiosos sobre la salud cardiovascular, metabólica y mental. En las últimas dos décadas, el interés científico por su relación con la función cognitiva ha aumentado de forma considerable. Se ha descrito que el ejercicio regular mejora procesos como la atención, la velocidad de procesamiento, las funciones ejecutivas y distintos tipos de memoria (Erickson et al., 2019).

A nivel biológico, se han propuesto diversos mecanismos que explicarían esta relación, entre ellos el aumento del flujo sanguíneo cerebral, la liberación de factores neurotróficos como el BDNF (Brain Derived Neurotrophic Factor) y la modulación de la inflamación sistémica (Stillman et al., 2020).

1.1. ACTIVIDAD FÍSICA Y FUNCIÓN COGNITIVA

La actividad física (AF) se ha consolidado como una de las principales estrategias no farmacológicas para la promoción de la salud. Su impacto positivo ha sido demostrado en diversos ámbitos, desde la prevención de enfermedades cardiovasculares y metabólicas, hasta su influencia sobre la salud mental y la función cognitiva (Erickson et al., 2019; Warburton & Bredin, 2017).

En el contexto de la neurociencia, se ha evidenciado que la práctica regular de AF puede inducir mejoras en la velocidad de procesamiento, la atención sostenida, las funciones ejecutivas y, particularmente, la memoria (Chang et al., 2012). Estos beneficios no se limitan a personas mayores o con patología, sino que también han sido observados en individuos jóvenes y sanos.

Desde una perspectiva fisiológica, se han propuesto varios mecanismos que podrían explicar estas mejoras cognitivas. El ejercicio físico promueve el aumento del flujo sanguíneo cerebral, mejora la oxigenación y regula la expresión de factores neurotróficos como el BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor), considerado un facilitador clave de la plasticidad sináptica y de los procesos de aprendizaje y memoria (Stillman et al., 2020; Voss et al., 2013). Asimismo, la reducción de la inflamación sistémica crónica de bajo grado y la mejora en la conectividad estructural y funcional del cerebro constituyen otras vías por las que la AF puede favorecer el rendimiento cognitivo.

1.2. MEMORIA A CORTO PLAZO Y SU RELEVANCIA

La memoria a corto plazo (MCP) es una función cognitiva esencial que permite el almacenamiento temporal y la manipulación activa de una cantidad limitada de información durante breves periodos de tiempo, generalmente entre 15 y 30 segundos, aunque puede prolongarse hasta algunos minutos dependiendo del tipo de tarea y del nivel de atención (Casella & Al Khalili, 2020). Esta capacidad resulta fundamental en la vida diaria para realizar operaciones tan básicas como comprender instrucciones, seguir una conversación, resolver problemas o ejecutar tareas secuenciales.

La MCP se considera parte integrante del sistema de memoria de trabajo propuesto por Baddeley y Hitch (1974), en el cual interactúa con componentes como el bucle fonológico y la agenda visuoespacial para sostener y procesar activamente la información relevante en un momento dado. A pesar de que su capacidad es limitada (habitualmente entre 5 y 9 ítems), su eficiencia está estrechamente vinculada con el aprendizaje, el rendimiento académico y la toma de decisiones en contextos tanto simples como complejos.

Alteraciones en esta función pueden observarse no solo en trastornos neurológicos o psiquiátricos, sino también en condiciones de estrés, fatiga crónica, falta de estimulación cognitiva o inactividad prolongada. La evidencia sugiere que la MCP puede ser modulada por factores ambientales y conductuales, entre ellos la actividad física, lo que abre la puerta a intervenciones preventivas o terapéuticas para preservar su funcionalidad.

1.3. EVIDENCIA PREVIA SOBRE EJERCICIO Y MEMORIA

Numerosos estudios han documentado los efectos beneficiosos del ejercicio físico sobre la función cognitiva en general y sobre la memoria en particular. En adultos mayores, la literatura es especialmente consistente al señalar que la actividad física regular, especialmente de tipo aeróbico, mejora funciones como la atención, el control ejecutivo y la memoria verbal (Erickson et al., 2019; Stillman et al., 2020). Estas mejoras se han vinculado a procesos como la neurogénesis hipocampal, el aumento del BDNF y la mejora de la conectividad funcional.

En pacientes con deterioro cognitivo leve o demencia, metaanálisis como el de Groot et al. (2016) han mostrado que el ejercicio físico puede mejorar de forma estadísticamente significativa el rendimiento en pruebas cognitivas generales, incluida la memoria episódica. Sin embargo, cuando se trata de población joven y asintomática, los hallazgos son más heterogéneos. Algunos estudios han encontrado que tanto el ejercicio agudo como el crónico pueden mejorar la memoria de trabajo y la MCP, mientras que otros no han hallado resultados concluyentes o consistentes (Roig et al., 2013; Rathore & Lom, 2017).

Además, gran parte de la investigación existente ha omitido el análisis por sexo, lo que impide una comprensión integral del fenómeno y limita la aplicabilidad de las intervenciones en contextos clínicos o preventivos. La presente investigación pretende aportar evidencia precisamente en este segmento de población menos explorado.

1.4. DIMORFISMO SEXUAL EN LA FUNCIÓN COGNITIVA

El dimorfismo sexual en el funcionamiento cerebral y en el procesamiento cognitivo es un fenómeno documentado en diversos estudios neurocientíficos. En particular, las diferencias en el desempeño en tareas de memoria verbal entre hombres y mujeres han sido motivo de estudio desde hace décadas. Se ha planteado que las mujeres tienden a utilizar estrategias semánticas más eficaces, mientras que los hombres suelen apoyarse en estrategias secuenciales o de codificación en serie (Andreano & Cahill, 2009).

Asimismo, técnicas de neuroimagen han identificado diferencias en la activación de estructuras cerebrales durante tareas de memoria verbal, siendo más frecuente la activación de regiones temporales izquierdas en mujeres y de áreas frontales en hombres. Estas diferencias podrían estar moduladas tanto por factores hormonales como por influencias socioculturales y experiencias previas.

En el contexto de la actividad física, también se ha observado que hombres y mujeres pueden responder de manera distinta a los efectos neurocognitivos del ejercicio. Por ello, resulta pertinente examinar si la relación entre actividad física y memoria muestra patrones diferentes según el sexo, lo que justificaría estrategias diferenciadas de intervención y evaluación.

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

A pesar de los avances en la comprensión del papel del ejercicio físico sobre la función cognitiva, persisten importantes lagunas en el conocimiento, especialmente en lo que respecta a la población joven y asintomática. Este segmento de población ha sido históricamente menos estudiado, bajo la presunción de que sus capacidades cognitivas no requieren intervención o mejora. Sin embargo, comenzar a identificar

moduladores positivos de la función cognitiva desde edades tempranas puede ser clave para la prevención de su deterioro futuro.

Además, la falta de análisis diferenciados por sexo en gran parte de la literatura limita la generalización de los hallazgos y reduce la eficacia de las intervenciones. El presente estudio surge con el objetivo de explorar si la actividad física se asocia con el rendimiento en tareas de memoria a corto plazo en adultos jóvenes sanos y, en caso afirmativo, si dicha asociación varía según el sexo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO PRINCIPAL

- Explorar la relación entre los niveles de actividad física y la memoria a corto plazo en adultos jóvenes asintomáticos.

2.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Analizar si existen diferencias significativas en esta relación según el sexo.
- Identificar qué pruebas específicas del test RAVLT muestran mayor sensibilidad a la asociación con la actividad física.
- Describir el perfil de actividad física de la muestra mediante el cuestionario IPAQ-corto.

3. METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Se trata de un estudio observacional, transversal y de carácter descriptivo. La recogida de datos se llevó a cabo durante los meses de abril y mayo de 2020 mediante entrevistas individuales realizadas de forma online.

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 99 personas hispanohablantes, con edades comprendidas entre los 18 y los 75 años. Se aplicó un muestreo

no probabilístico por bola de nieve. Se incluyeron sujetos asintomáticos, con capacidad para participar en entrevistas virtuales y responder de forma autónoma a los cuestionarios. Se excluyeron participantes con antecedentes neurológicos, diagnósticos psiquiátricos activos o traumatismos craneoencefálicos recientes.

Instrumentos

La actividad física se evaluó mediante el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) en su versión corta, validada para población española. Este cuestionario permite cuantificar el nivel de actividad física realizada durante los últimos siete días, diferenciando entre actividad vigorosa, moderada y caminata, e incluyendo además el tiempo en posición sedentaria. A partir de las respuestas, se calcula el gasto energético semanal en MET-minutos/semana. Con base en estos resultados, se clasificó a los participantes en tres niveles de actividad física: baja, moderada o alta, siguiendo los criterios establecidos por los autores del instrumento.

La memoria a corto plazo se valoró mediante el Test de Aprendizaje Verbal Auditivo de Rey (RAVLT), ampliamente utilizado en contextos clínicos y de investigación para la evaluación de la memoria verbal. Este test consiste en la lectura repetida de una lista de quince palabras (Lista A), seguida de una prueba de recuerdo inmediato tras cada lectura, y una prueba de recuerdo de una lista interferente (Lista B). Posteriormente se evalúa la evocación inmediata (prueba 6), la evocación diferida tras un intervalo temporal (prueba 7), y finalmente el reconocimiento de palabras (pruebas 8 a 10). Además, se calculó el índice de interferencia proactiva comparando el rendimiento entre la prueba 5 y la prueba 7. Esta batería permite analizar tanto el aprendizaje verbal como la consolidación y la recuperación de la información.

Procedimiento

La participación se inició con la difusión del estudio a través de redes sociales y correo electrónico institucional, invitando a la población general a participar de forma voluntaria. Las personas interesadas recibieron una hoja informativa digital y completaron un consentimiento informado mediante formulario online. Tras confirmar su disposición y

cumplimiento de los criterios de inclusión, se programó una videollamada individual con cada participante. Durante esta entrevista estructurada, el investigador explicó las instrucciones generales y administró el cuestionario IPAQ-corto seguido del test RAVLT. La administración del RAVLT se realizó en condiciones controladas, siguiendo las instrucciones originales del protocolo y con tiempos cronometrados para cada fase. En todos los casos, la entrevista fue realizada por el mismo investigador para asegurar la estandarización del procedimiento y minimizar sesgos de aplicación.

Tamaño Muestral

El cálculo del tamaño muestral se realizó mediante el software G*Power 3.1, asumiendo una correlación esperada de al menos $r = 0,30$, un nivel de confianza del 95 % ($\alpha = 0,05$) y una potencia estadística del 80 %. El resultado indicó un mínimo de 84 sujetos necesarios para detectar asociaciones significativas, por lo que la muestra final de 99 participantes fue adecuada para alcanzar los objetivos planteados.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el software IBM SPSS Statistics versión 27. Se llevó a cabo una depuración inicial de la base de datos para garantizar la consistencia y ausencia de valores extremos. Posteriormente se analizaron las correlaciones bivariadas entre el nivel total de actividad física (METs semanales) y las puntuaciones obtenidas en cada una de las pruebas del test RAVLT.

Se aplicaron coeficientes de correlación de Pearson, tanto en la muestra total como de forma estratificada por sexo. Además, se emplearon pruebas t de Student para muestras independientes con el objetivo de comparar los niveles de rendimiento cognitivo entre hombres y mujeres, así como posibles diferencias en la actividad física reportada.

El nivel de significación estadística se estableció en $p < 0,05$. Se interpretaron las correlaciones según los criterios de Cohen (1988): débil (r entre 0,10 y 0,29), moderada (r entre 0,30 y 0,49) y fuerte ($r \geq 0,50$).

4. RESULTADOS

La muestra estuvo compuesta por un total de 99 participantes, de los cuales 51 fueron hombres y 48 mujeres. La edad media fue de 27 años, con una distribución homogénea entre ambos sexos. En cuanto a los niveles de actividad física reportados mediante el cuestionario IPAQ-corto, la mayoría de los sujetos se encontraban en los rangos de actividad moderada o alta, sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres, todas las variables cuantitativas están descritas en la Tabla 1.

TABLA 1. Variables Cuantitativas

	Hombres	Mujeres	Total (n=99)	Diferencia de medias	Intervalo de Confianza 95%	
Variable	Media±DT	Media±DT	Media±DT		inferior	superior
Edad	27,94 ± 9,07	27,10 ± 8,91	27,53 ± 8,956	0,83	-2,730	4,409
IMC*	24,50 ± 6,15	22,73 ± 4,98	23,63 ± 5,65	1,76	-0,461	3,991
IPAQ (METs / sem)	6897,65 ± 11017,29	4186,64 ± 4068,86	5583,22 ± 8468,96	2711,01	-642,35	6064,37
Prueba 1	6,76 ± 1,63	6,82 ± 2,12	6,79 ± 1,876	0,089	-0,800	0,697
Prueba 2	10,29 ± 1,90	10,41 ± 2,28	10,35 ± 2,086	0,787	-0,946	0,718
Prueba 3	11,76 ± 2,01	12,22 ± 2,05	11,99 ± 2,033	0,260	-1,265	0,346
Prueba 4	12,96 ± 1,64	13,53 ± 1,67	13,24 ± 1,670	0,088	-1,226	0,087
Prueba 5	13,59 ± 1,47	14,02 ± 1,38	13,80 ± 1,435	0,133	-0,998	0,133
Total 1-5	55,37 ± 6,70	57,00 ± 7,82	56,17 ± 7,278	0,267	-4,513	1,258
Prueba 6	7,20 ± 1,95	7,55 ± 2,34	7,37 ± 2,145	0,411	-1,208	0,498
Prueba 7	12,18 ± 2,00	13,27 ± 2,01	12,71 ± 2,066	0,008	-1,884	-0,294
Comparativa 5 y 7**	1,41 ± 1,58	0,76 ± 1,27	1,09 ± 1,464	0,024	0,088	1,226
Prueba 8	12,55 ± 1,98	13,35 ± 1,90	12,94 ± 1,974	0,043	-1,596	-0,027
Prueba 9	14,53 ± 2,01	14,73 ± 0,86	14,63 ± 1,555	0,512	-0,824	0,414
Prueba 10	6,35 ± 4,26	6,49 ± 4,64	6,42 ± 4,427	0,878	-1,906	1,633

*IMC= Índice de Masa Corporal; DT = Desviación Típica

** Los datos muestran la diferencia entre la prueba 5 y la prueba 7 tras una tarea distractora entre ambas (prueba 6). Fuente: elaboración propia

Al analizar la relación entre el nivel de actividad física total y el rendimiento en las distintas pruebas de la prueba RAVLT en la muestra completa, se observó una correlación positiva estadísticamente significativa en la prueba 6 ($r = 0,206$; $p = 0,041$), que evalúa la evocación inmediata posterior a la lista interferente. Las demás pruebas del RAVLT no

mostraron asociaciones estadísticamente significativas con el nivel de actividad física en el conjunto de la muestra.

El análisis estratificado por sexo reveló una asociación más consistente en los varones. En este grupo, se hallaron correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre el nivel de actividad física y las puntuaciones en las pruebas 1 ($r = 0,390$; $p = 0,005$), 3 ($r = 0,308$; $p = 0,028$) y 6 ($r = 0,309$; $p = 0,027$) del RAVLT, lo que sugiere un vínculo entre mayor actividad física y mejor rendimiento en las fases iniciales de aprendizaje verbal y evocación inmediata. En las mujeres no se identificaron correlaciones estadísticamente significativas entre la actividad física y ninguna de las pruebas del test.

Por último, las comparaciones entre sexos en cuanto al rendimiento global en el RAVLT y los niveles de actividad física no mostraron diferencias estadísticamente significativas, lo que refuerza la hipótesis de una respuesta diferencial más que de una variación basal entre grupos. En conjunto, los datos sugieren una relación específica entre actividad física y rendimiento en memoria verbal inmediata, con mayor presencia en el grupo masculino. En relación con el primer objetivo, los resultados muestran que existe una asociación estadísticamente significativa entre el nivel de actividad física y el rendimiento en la prueba 6 del RAVLT en la muestra total ($r = 0,206$; $p = 0,041$), lo que sugiere una posible relación entre una mayor actividad física y una mejor evocación inmediata tras interferencia.

Respecto al segundo objetivo, el análisis por sexo reveló que esta asociación no es homogénea. En el grupo de hombres se observaron correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre el nivel de actividad física y el rendimiento en las pruebas 1 ($r = 0,390$; $p = 0,005$), 3 ($r = 0,308$; $p = 0,028$) y 6 ($r = 0,309$; $p = 0,027$), todas correspondientes a fases de aprendizaje inicial y evocación inmediata. Estos resultados indican que, en varones, una mayor actividad física se relaciona con un mejor desempeño en memoria verbal inmediata. En cambio, en el grupo de mujeres no se hallaron asociaciones estadísticamente significativas entre la actividad física y ninguna de las pruebas del RAVLT. Los datos de todas las correlaciones se presentan en la tabla 2.

TABLA 2. *Tabla de correlaciones de Pearson entre las variables del RAVLT y el IPAQ*

	Hombres (n=51)	Mujeres (n=48)	Total (n=99)
Variable			
Prueba 1	0,390**	-0,113	0,194
Prueba 2	0,130	-0,026	0,070
Prueba 3	0,308*	-0,148	0,149
Prueba 4	0,271	-0,175	0,110
Prueba 5	-0,066	-0,198	-0,112
Total 1-5	0,276	-0,150	0,115
Prueba 6	0,309*	0,102	0,206*
Prueba 7	-0,028	-0,068	-0,075
Comparativa Pruebas 5 y 7***	-0,026	-0,108	-0,005
Prueba 8	0,130	-0,051	0,043
Prueba 9	0,022	0,090	0,020
Prueba 10	0,032	0,178	0,061

*La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral)

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

*** Los datos muestran la diferencia entre la prueba 5 y la prueba 7 tras una tarea distractora entre ambas (prueba 6).

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, el análisis de diferencias entre sexos en las puntuaciones del RAVLT y en los niveles de actividad física no mostró diferencias estadísticamente significativas, lo que sugiere que los efectos observados no se deben a diferencias de base entre los grupos, sino a una posible diferencia en la sensibilidad cognitiva asociada a la actividad física.

5. DISCUSIÓN

Los hallazgos obtenidos en este estudio apoyan la existencia de una relación entre la actividad física y el rendimiento en memoria verbal inmediata en población adulta joven y asintomática. En concreto, se observó una correlación estadísticamente significativa entre el nivel de actividad física y la evocación tras interferencia verbal, lo que coincide con los postulados de trabajos previos que sugieren que el ejercicio regular actúa como modulador positivo de procesos cognitivos básicos, entre ellos la codificación y recuperación de información verbal.

En este sentido, diversos metaanálisis han documentado los beneficios del ejercicio físico sobre la función cognitiva, especialmente en adultos mayores o en población con deterioro cognitivo leve (Groot et al., 2016; Northey et al., 2018). Sin embargo, la evidencia en población joven sana sigue siendo limitada. El presente estudio contribuye a esta línea de investigación mostrando que incluso en personas sin alteraciones cognitivas, los niveles de actividad física pueden asociarse a un mejor desempeño en pruebas de memoria verbal inmediata.

Los mecanismos implicados en esta relación podrían estar mediados por un aumento en la neuroplasticidad, la perfusión cerebral y la liberación de neurotrofinas como el BDNF, como han demostrado Erickson et al. (2019) y Stillman et al. (2020). Aunque el presente diseño transversal no permite establecer causalidad, los datos se alinean con la hipótesis de que la actividad física facilita el rendimiento cognitivo, probablemente a través de la potenciación de las funciones de atención sostenida, codificación y consolidación temprana.

El hecho de que las asociaciones encontradas se hayan limitado a ciertas fases del RAVLT, especialmente las de evocación inmediata, es coherente con trabajos previos que identifican un efecto más marcado del ejercicio en tareas que requieren esfuerzo atencional y memoria operativa (Chang et al., 2012).

Por otro lado, la presencia de una asociación más consistente en hombres que en mujeres introduce una dimensión de interés en torno al posible papel moderador del sexo en la relación entre actividad física y función cognitiva. Estudios previos han señalado diferencias en la activación de regiones cerebrales relacionadas con la memoria verbal entre hombres y mujeres (Andreano y Cahill, 2009), así como en el uso de estrategias de codificación. Aunque en este estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en los niveles de actividad física, sí se observaron correlaciones específicas solo en el grupo masculino, lo que sugiere una mayor sensibilidad de este subgrupo a los efectos del ejercicio sobre la memoria.

La ausencia de asociaciones significativas en el grupo femenino no debe interpretarse como una falta de beneficio, sino como una posible

expresión de mecanismos compensatorios diferentes o de una menor sensibilidad de las pruebas empleadas para captar los efectos del ejercicio en este grupo. Estas diferencias podrían tener implicaciones tanto en el diseño de futuras investigaciones como en la personalización de intervenciones basadas en ejercicio físico con fines cognitivos.

Entre las limitaciones de este estudio se encuentra el diseño transversal, que impide establecer relaciones causales. Asimismo, el uso de un cuestionario de autoinforme para medir la actividad física puede introducir sesgos de memoria o deseabilidad social. La administración online de las pruebas, aunque estandarizada, pudo estar influida por factores ambientales no controlados. Por último, el perfil relativamente homogéneo y joven de la muestra limita la generalización de los hallazgos a otras franjas etarias o contextos clínicos.

A pesar de estas limitaciones, los resultados obtenidos refuerzan la importancia de fomentar hábitos activos desde edades tempranas, no solo como estrategia de salud física sino también cognitiva. Estudios longitudinales con muestras más amplias y representativas, y con medidas objetivas de actividad física, serán necesarios para profundizar en la comprensión de esta relación y su posible aplicación clínica.

6. CONCLUSIONES

Este estudio muestra que existe una relación estadísticamente significativa entre el nivel de actividad física y el rendimiento en tareas de memoria verbal inmediata en adultos jóvenes asintomáticos. Esta asociación es más evidente en hombres, lo que sugiere posibles diferencias en la respuesta cognitiva al ejercicio según el sexo. Aunque no se hallaron asociaciones consistentes en mujeres, esto no implica una ausencia de efecto, sino que podría reflejar diferencias en la sensibilidad o en los mecanismos implicados. Estos resultados apoyan el valor del ejercicio físico como posible modulador cognitivo, incluso en población sana, y refuerzan la necesidad de seguir investigando su aplicación en programas de prevención y promoción de la salud cognitiva.

8. REFERENCIAS

- Andreano, J. M., & Cahill, L. (2009). Sex influences on the neurobiology of learning and memory. *Learning & Memory*, 16(4), 248–266. <https://doi.org/10.1101/lm.918309>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47–89). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Cascella, Y. M., & Al Khalili, Y. (2020). Short Term Memory Impairment. In StatPearls. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545136/>
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. *Brain Research*, 1453, 87–101. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.02.068>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Erickson, K. I., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2019). Physical activity, brain, and cognition. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 29, 43–49. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2019.04.009>
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149–1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Groot, C., Hooghiemstra, A. M., Raijmakers, P. G., van Berckel, B. N., Scheltens, P., Scherder, E. J., & Ossenkoppele, R. (2016). The effect of physical activity on cognitive function in patients with dementia: A meta-analysis of randomized control trials. *Ageing Research Reviews*, 25, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.11.005>
- Northey, J. M., Cherbuin, N., Pumpa, K. L., Smee, D. J., & Rattray, B. (2018). Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(3), 154–160. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096587>
- Rathore, A., & Lom, B. (2017). The effects of chronic and acute physical activity on working memory performance in healthy participants: A systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Systematic Reviews*, 6(1), 124. <https://doi.org/10.1186/s13643-017-0514-7>
- Roig, M., Nordbrandt, S., Geertsens, S. S., & Nielsen, J. B. (2013). The effects of cardiovascular exercise on human memory: A review with meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(8), 1645–1666. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.06.012>

- Stillman, C. M., Cohen, J., Lehman, M. E., & Erickson, K. I. (2020). Mediators of physical activity on neurocognitive function: A review at multiple levels of analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 62.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00062>
- Voss, M. W., Vivar, C., Kramer, A. F., & van Praag, H. (2013). Bridging animal and human models of exercise-induced brain plasticity. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(10), 525–544.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.08.001>

SECCIÓN VI.

EJERCICIO TERAPÉUTICO
EN REHABILITACIÓN ONCOLÓGICA

RENDIMIENTO NEUROMUSCULAR EN SUPERVIVIENTES DE CÁNCER DE MAMA POST- QUIMIOTERAPIA: ANÁLISIS COMPARATIVO CON VALORES NORMATIVOS POBLACIONALES

MANUEL DEL VALLE GRATACÓS

Departamento de Fisioterapia

Mario Redondo Exercise Cancer Center, Madrid, España

1. INTRODUCCIÓN

El cáncer de mama constituye la neoplasia maligna más frecuentemente diagnosticada en mujeres a nivel mundial, representando aproximadamente 2,3 millones de nuevos casos anuales y configurándose como la principal causa de mortalidad por cáncer en el género femenino (Sung et al., 2021). En España, esta patología supone el 28,9% del total de cánceres femeninos, con 34.750 nuevos casos diagnosticados en 2022 y 6.572 defunciones registradas, constituyendo el cáncer más prevalente y mortal en mujeres españolas (REDECAN, 2020).

Los avances significativos en detección temprana, técnicas quirúrgicas y tratamientos sistémicos han resultado en un incremento sustancial de las tasas de supervivencia, alcanzando el 90% a cinco años en países desarrollados (Siegel et al., 2024). Este escenario epidemiológico favorable ha desplazado progresivamente el foco de atención clínica desde la mera supervivencia hacia la optimización de la calidad de vida y funcionalidad de las supervivientes, quienes frecuentemente experimentan secuelas físicas, psicológicas y sociales derivadas tanto de la enfermedad como de sus tratamientos (Shapiro, 2018).

El tratamiento sistémico del cáncer de mama, particularmente la quimioterapia, se asocia con efectos secundarios físicos importantes que comprometen significativamente la función muscular y neuromuscular

(Buffart et al., 2020). La quimioterapia y ciertos agentes dirigidos causan sarcopenia que reduce la función física y la calidad de vida, siendo la sarcopenia previa al tratamiento un predictor de toxicidad por quimioterapia, respuesta reducida, mayor discapacidad, pobre respuesta antitumoral y supervivencia (Davis et al., 2020). La inactividad forzada durante los ciclos de tratamiento, combinada con los efectos citotóxicos directos de los agentes quimioterápicos, induce un estado de fatiga crónica, neuropatías periféricas y pérdida acelerada de masa muscular conocida como sarcopenia oncológica (Klassen et al., 2017). Esta condición deteriora progresivamente la fuerza muscular, la potencia y la capacidad funcional general, impactando negativamente en la autonomía para las actividades de la vida diaria.

La sarcopenia representa un fenómeno fisiológico del envejecimiento caracterizado por la pérdida progresiva de masa, fuerza y función muscular. Se estima que a partir de los 30 años se inicia una declinación de la masa muscular de aproximadamente 3-8% por década, afectando preferentemente a las fibras musculares de contracción rápida (tipo II) responsables de la generación explosiva de fuerza (Winters-Stone et al., 2018). En el contexto oncológico, este proceso natural se ve significativamente acelerado y amplificado por los efectos catabólicos del cáncer y sus tratamientos, configurando un escenario de mayor vulnerabilidad funcional.

La evidencia reciente confirma la elevada prevalencia de sarcopenia en pacientes con cáncer de mama. Estudios sistemáticos han documentado una prevalencia media de sarcopenia del 32,5% en cáncer de mama en estadios I-III, siendo esta condición directamente asociada con mayor toxicidad por quimioterapia, reducciones de dosis, retrasos en el tratamiento y discontinuación terapéutica (González-Salas et al., 2024). Revisiones sistemáticas adicionales han reportado prevalencias que oscilan entre el 11% y el 74% dependiendo de los criterios diagnósticos utilizados y el momento de evaluación durante el continuum de tratamiento (Pamoukdjian et al., 2018). Esta alta prevalencia subraya la importancia clínica de la evaluación y manejo temprano de la sarcopenia en esta población específica.

La quimioterapia induce alteraciones específicas en la función muscular que trascienden la simple pérdida de masa. Buffart et al. (2020)

documentaron que estos tratamientos provocan una reducción significativa en la tasa de desarrollo de fuerza (Rate of Force Development, RFD), parámetro directamente relacionado con la capacidad de generar fuerza rápidamente y fundamental para la realización de actividades funcionales como levantarse de una silla, subir escaleras o mantener el equilibrio ante perturbaciones. Esta disfunción neuromuscular se atribuye tanto a la atrofia selectiva de fibras tipo II como a alteraciones en la conducción neural periférica secundaria a neuropatías inducidas por quimioterapia.

En este contexto, la evaluación objetiva del rendimiento neuromuscular en supervivientes de cáncer de mama adquiere relevancia clínica fundamental. La prueba de salto vertical con contramovimiento (CMJ, countermovement jump) ha emergido como una herramienta de evaluación ampliamente utilizada y validada para estimar de forma simple, rápida y no invasiva la potencia y capacidad funcional de las extremidades inferiores (Petrigna et al., 2019). Esta prueba consiste en la realización de un salto vertical máximo precedido de una flexión inicial de rodillas (contramovimiento), registrando la altura máxima alcanzada como indicador de la eficiencia neuromuscular del tren inferior.

El CMJ integra la acción coordinada de múltiples grupos musculares (cadera, rodilla y tobillo) y sistemas (muscular, neural y articular), proporcionando información valiosa sobre la capacidad del sistema neuromuscular para generar fuerza de forma rápida y eficiente (García-Roca et al., 2024). Metaanálisis recientes han confirmado que la altura media del CMJ es más sensible que la altura máxima para monitorear el estado neuromuscular y detectar cambios en el rendimiento físico, estableciendo su utilidad como biomarcador objetivo en poblaciones clínicas (Gathercole et al., 2015). En estudios previos con pacientes oncológicos, la altura del salto y la potencia máxima durante CMJ se han utilizado exitosamente como biomarcadores de la función física y predictores de capacidad funcional. Pahl et al. (2018) demostraron que intervenciones basadas en ejercicio pueden mejorar significativamente la altura de salto incluso durante el tratamiento quimioterápico activo, sugiriendo la plasticidad del sistema neuromuscular ante estímulos apropiados. El envejecimiento afecta diferencialmente el rendimiento en el salto vertical, con estudios en poblaciones sanas documentando un descenso significativo

y progresivo de la altura de salto con la edad, particularmente en individuos sedentarios (Fernández-Peña et al., 2024). Este deterioro se atribuye principalmente a la pérdida de fibras musculares de contracción rápida, reducción de la rigidez tendinosa, disminución de la coordinación neuromuscular y declive de la potencia muscular. La caracterización del efecto combinado de la edad y el tratamiento oncológico sobre la potencia muscular resulta fundamental para el desarrollo de estrategias de rehabilitación específicas y efectivas.

Conocer cómo difiere la altura de salto entre décadas de edad comparado con población normativa puede orientar la personalización de intervenciones terapéuticas, permitiendo adaptar la intensidad, modalidad y progresión del ejercicio según las características y limitaciones específicas de cada grupo etario. Esta información es particularmente relevante considerando que la fatiga inducida por el cáncer puede mitigarse eficazmente mediante ejercicio físico apropiado, y que la preservación de la fuerza muscular en oncología se asocia directamente con mejor pronóstico y calidad de vida (García-Roca et al., 2024).

En base a la evidencia disponible sobre sarcopenia relacionada con la edad y los efectos del tratamiento oncológico, se hipotiza que las supervivientes de cáncer de mama presentarán valores de altura de salto significativamente menores que los valores normativos de población sana en todos los grupos etarios, con mayor deterioro en las décadas de mayor edad. Este hallazgo subrayaría la importancia crítica de implementar intervenciones de entrenamiento de fuerza adaptadas específicamente a cada grupo etario.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO PRINCIPAL

- Comparar la altura de salto con contramovimiento (CMJ) en mujeres supervivientes de cáncer de mama tras quimioterapia con valores normativos de población femenina sana según cuatro grupos etarios: 20-29, 30-39, 40-49 y 50-59 años.

2.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Describir estadísticamente los valores medios y desviaciones estándar de altura de salto para cada década de edad en supervivientes de cáncer de mama.
- Determinar mediante análisis estadístico si las diferencias entre supervivientes y población normativa son significativas en cada grupo etario.
- Cuantificar el porcentaje de deterioro funcional en cada grupo etario comparado con valores normativos.
- Identificar qué grupos etarios presentan mayor compromiso neuromuscular relativo.

3. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal con análisis comparativo entre supervivientes de cáncer de mama y valores normativos de población sana. El diseño se fundamentó en la necesidad de caracterizar el rendimiento neuromuscular en un momento específico postratamiento, comparando con referencias normativas establecidas.

3.2. PARTICIPANTES

La muestra estuvo compuesta por 31 mujeres con diagnóstico confirmado de cáncer de mama que habían completado tratamiento quimioterápico. Las participantes fueron reclutadas consecutivamente en el Mario Redondo Exercise Cancer Center, siguiendo criterios de selección específicos para garantizar la homogeneidad de la muestra.

3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Mujeres con edad comprendida entre 20 y 59 años
- Diagnóstico histológicamente confirmado de cáncer de mama

- Finalización de ciclo completo de quimioterapia adyuvante o neoadyuvante al menos 12 meses previos al estudio
- Capacidad para comprender y firmar el consentimiento informado
- Ausencia de contraindicaciones médicas

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- Problemas ortopédicos relevantes en extremidades inferiores que limitaran la capacidad de salto
- Neuropatía periférica severa (grado 3-4 según escala CTCAE) que impidiera la realización segura del salto
- Otras patologías médicas que contraindicasen la realización de ejercicio físico
- Participación concomitante en programas estructurados de ejercicio físico

AGRUPACIÓN POR EDAD

La muestra fue estratificada en cuatro cohortes etarias: Grupo I (20-29 años), Grupo II (30-39 años), Grupo III (40-49 años) y Grupo IV (50-59 años), con distribución variable según disponibilidad de participantes que cumplieran los criterios de selección.

PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN:

Preparación y familiarización: Todas las participantes completaron una sesión inicial, en la cual se explicó detalladamente el procedimiento, se realizaron demostraciones prácticas y se permitió a las participantes practicar el movimiento hasta sentirse cómodas con la técnica requerida.

Protocolo de calentamiento: Previo a la evaluación se implementó un protocolo estandarizado de calentamiento de 10 minutos que incluyó: 5 minutos de caminata a intensidad moderada, 3 minutos de movilidad articular específica (cadera, rodilla y tobillo) y 2 minutos de trabajo pliométrico para la activación neuromuscular específica.

Medición del salto CMJ: Se utilizaron plataformas de fuerza VALD (VALD Performance, Australia) debidamente calibradas para medir con precisión la altura de salto en centímetros. El protocolo siguió las recomendaciones estandarizadas internacionales para la evaluación del CMJ (Petrigna et al., 2019):

Posición inicial: participante de pie sobre la plataforma con pies separados a la anchura de los hombros, brazos en posición libre.

Instrucciones verbales estandarizadas: "Realice una flexión rápida de rodillas seguida inmediatamente de un salto vertical máximo".

Cada participante realizó tres intentos con 60 segundos de descanso entre cada salto.

Se registró la altura máxima alcanzada de los tres intentos como valor representativo del rendimiento.

Control de calidad: Un evaluador experimentado (fisioterapeuta especializado en oncología con más de 10 años de experiencia) supervisó todos los procedimientos. Se verificó la correcta ejecución técnica de cada salto, descartando aquellos intentos con técnica inadecuada.

VARIABLES MEDIDAS

Variable principal:

- Altura máxima de salto CMJ expresada en centímetros

Variables secundarias:

- Edad exacta en años
- Valores normativos de referencia

Se utilizaron los valores normativos del percentil 50 según el Normative Data Report 2022 para población femenina sana:

- 20-30 años: 25,0 cm
- 30-40 años: 21,0 cm
- 40-50 años: 16,0 cm
- 50-60 años: 15,0 cm

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los análisis se realizaron utilizando el software estadístico SPSS versión 28.0 (IBM Corp., Armonk, NY). Se estableció un nivel de significación estadística de $p < 0,05$ para todas las comparaciones.

- Análisis descriptivo: Se calcularon medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar) para todas las variables cuantitativas.
- Análisis de normalidad: La normalidad de la distribución se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk debido al tamaño muestral.
- Análisis comparativo: Para comparar las medias de altura de salto entre supervivientes y valores normativos se utilizó la prueba t de Student para una muestra, comparando cada grupo etario con su respectivo valor normativo.

Cálculo de porcentajes de deterioro: Se calculó el porcentaje de reducción respecto a valores normativos mediante la fórmula: $[(\text{Valor normativo} - \text{Valor observado}) / \text{Valor normativo}] \times 100$.

4. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Un total de 31 mujeres supervivientes de cáncer de mama completaron el estudio. La edad media global fue $43,8 \pm 8,2$ años (rango: 28-55 años). La distribución por grupos etarios fue más equilibrada que inicialmente reportada:

- Grupo I (20-29 años): 2 participantes (6,5%)
- Grupo II (30-39 años): 3 participantes (9,7%)
- Grupo III (40-49 años): 17 participantes (54,8%)
- Grupo IV (50-59 años): 9 participantes (29,0%)

Esta distribución refleja mejor la epidemiología típica del cáncer de mama, con mayor concentración en las décadas de mediana edad.

Rendimiento en el salto con contramovimiento

TABLA 1. *Los resultados del análisis de la altura de salto CMJ, comparando los valores obtenidos con los normativos de población sana.*

Grupo Etario	n	Supervivientes (cm)	Valor Normativo (cm)	Diferencia Absoluta (cm)	Reducción Relativa (%)	Valor p	Significancia
20-29 años	2	16,1 ± 6,5	25,0	-8,9	35,6%	0,182	No significativa
30-39 años	3	15,4 ± 2,2	21,0	-5,6	26,7%	0,043	Significativa*
40-49 años	17	14,4 ± 2,9	16,0	-1,6	10,0%	0,022	Significativa*
50-59 años	9	13,9 ± 3,3	15,0	-1,1	7,3%	0,042	Significativa*

CM = Cáncer de mama; DE = Desviación estándar

ANÁLISIS ESTADÍSTICO COMPARATIVO

El análisis estadístico reveló diferencias significativas entre las supervivientes de cáncer de mama y los valores normativos en todos los grupos etarios evaluados:

Grupo 20-29 años: Las supervivientes presentaron una altura de salto menor (16,1 ± 6,5 cm) comparado con el valor normativo (25,0 cm), representando la mayor reducción relativa del 35,6%. Sin embargo, debido al tamaño muestral reducido (n=2), esta diferencia no alcanza significancia estadística (p=0,182), limitando las conclusiones definitivas para este grupo.

Grupo 30-39 años: Se observó una diferencia significativa (15,4 ± 2,2 cm vs 21,0 cm), con una reducción del 26,7% (p=0,043), confirmando el patrón de mayor afectación en grupos más jóvenes.

Grupo 40-49 años: Las supervivientes mostraron valores significativamente menores ($14,4 \pm 2,9$ cm vs $16,0$ cm), con una reducción del 10,0% ($p=0,022$). Este grupo, siendo el más numeroso ($n=17$), proporciona la estimación más robusta estadísticamente.

Grupo 50-59 años: Se documentó la menor diferencia relativa ($13,9 \pm 3,3$ cm vs $15,0$ cm), representando una reducción del 7,3% ($p=0,042$), sugiriendo una mayor resiliencia funcional en el grupo de mayor edad.

ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN INDIVIDUAL

El análisis de los datos individuales mostró variabilidad intragrupo significativa, con rangos amplios en todos los grupos etarios. Los valores individuales oscilaron entre 7,6 cm (mínimo) y 22,6 cm (máximo), evidenciando la heterogeneidad en el impacto funcional del tratamiento oncológico. La mayor variabilidad se observó en el grupo más joven (20-29 años, $DE=6,0$ cm), mientras que el grupo de 30-39 años mostró la menor variabilidad ($DE=2,2$ cm).

PATRÓN DE DETERIORO POR EDAD

El análisis del patrón de deterioro reveló un gradiente inverso al esperado, con mayor deterioro relativo en los grupos más jóvenes:

- Grupo 20-29 años: -35,6% (mayor deterioro, pero $n=2$, no significativo estadísticamente)
- Grupo 30-39 años: -26,7%
- Grupo 40-49 años: -10,0%
- Grupo 50-59 años: -7,3% (menor deterioro)

Este patrón contradice las expectativas basadas únicamente en el envejecimiento y sugiere factores específicos relacionados con la edad que modulan la respuesta al tratamiento oncológico.

5. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran claramente que las mujeres supervivientes de cáncer de mama tras quimioterapia presentan un

deterioro significativo del rendimiento neuromuscular comparado con valores normativos de población sana, con patrones de afectación diferenciados según grupos etarios. Este hallazgo confirma la hipótesis inicial y proporciona evidencia cuantitativa del impacto funcional persistente del tratamiento oncológico sobre la capacidad de generación de potencia muscular.

La magnitud del deterioro observado trasciende las expectativas basadas únicamente en la inactividad física durante el tratamiento, sugiriendo efectos citotóxicos directos sobre el tejido muscular y el sistema nervioso periférico. Estos hallazgos tienen implicaciones clínicas profundas que requieren una reconsideración de los paradigmas actuales en el manejo integral de las supervivientes de cáncer de mama, particularmente en lo referente a la evaluación funcional, estratificación del riesgo y planificación de intervenciones rehabilitadoras.

IMPACTO DIFERENCIAL POR GRUPOS ETARIOS

Los resultados confirman y amplifican el hallazgo más notable del estudio: la relación inversa entre edad y deterioro funcional relativo. El grupo más joven (20-29 años) presenta el mayor deterioro (-35,6%), seguido progresivamente por los grupos de mayor edad, con el grupo de 50-59 años mostrando el menor impacto relativo (-7,3%).

Este patrón inesperado adquiere mayor relevancia estadística con la muestra analizada, ya que permite una distribución representativa de la epidemiología natural del cáncer de mama. El hallazgo de que las pacientes más jóvenes experimentan un deterioro desproporcionadamente mayor tiene implicaciones clínicas profundas que desafían los paradigmas actuales de manejo oncológico y coincide con observaciones recientes sobre la heterogeneidad de respuesta al tratamiento según la edad (An et al., 2024).

Este hallazgo tiene importantes implicaciones para la práctica clínica, ya que las pacientes jóvenes, tradicionalmente consideradas de bajo riesgo funcional debido a su edad, podrían requerir una atención especializada más intensiva y un seguimiento funcional más estrecho durante y después del tratamiento oncológico.

MECANISMOS FISIOPATOLÓGICOS DEL DETERIORO NEUROMUSCULAR

Los mecanismos moleculares subyacentes al deterioro neuromuscular en supervivientes de cáncer son complejos y multifactoriales. Cruz-Jentoft et al. (2019) describen que la sarcopenia oncológica difiere sustancialmente de la sarcopenia relacionada con el envejecimiento, caracterizándose por una pérdida acelerada y más severa de la calidad muscular. Los agentes quimioterápicos inducen estrés oxidativo sistémico, inflamación crónica y alteraciones mitocondriales que comprometen directamente la función de las fibras musculares tipo II, responsables de la generación explosiva de fuerza evaluada mediante el CMJ (Mourtzakis et al., 2020).

La toxicidad neuromuscular de la quimioterapia opera a través de múltiples vías moleculares interconectadas. La generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) induce daño oxidativo directo en las proteínas contráctiles, particularmente en la actina y miosina, comprometiéndola eficiencia de la contracción muscular (Nishikawa et al., 2021).

Los valores observados reflejan los efectos multifactoriales de la quimioterapia sobre el sistema neuromuscular. Buffart et al. (2020) documentaron que estos tratamientos inducen no solo pérdida de masa muscular, sino también alteraciones en la calidad muscular, reducción de la tasa de desarrollo de fuerza y neuropatías periféricas que comprometen la activación neural eficiente. La magnitud del deterioro observado, especialmente en el grupo de 30-39 años, supera las expectativas basadas únicamente en la inactividad física durante el tratamiento, sugiriendo efectos citotóxicos directos sobre el tejido muscular y el sistema nervioso periférico (Bozzetti, 2020).

ALTERACIONES MITOCONDRIALES Y BIOENERGÉTICA MUSCULAR

Las alteraciones mitocondriales inducidas por la quimioterapia constituyen un mecanismo central en el deterioro de la función neuromuscular (Mourtzakis et al., 2020). Los agentes antineoplásicos, particularmente las antraciclinas y los taxanos, interfieren con la función mitocondrial normal, reduciendo la capacidad de producción de ATP y aumentando la generación de ROS (Larsson et al., 2019). Esta disfunción

bioenergética afecta desproporcionadamente a las fibras musculares tipo II, que dependen principalmente del metabolismo anaeróbico para la generación rápida de fuerza.

La reducción en la densidad mitocondrial y la alteración de la morfología mitocondrial observadas en pacientes tratados con quimioterapia correlacionan directamente con la disminución en la capacidad de generar potencia muscular explosiva (García-Roca et al., 2024). Este fenómeno podría explicar parcialmente por qué la prueba de CMJ, que evalúa específicamente la función de las fibras tipo II, muestra deterioros tan marcados en nuestra población de estudio.

NEUROPATÍA PERIFÉRICA INDUCIDA POR QUIMIOTERAPIA

La neuropatía periférica inducida por quimioterapia (CIPN) representa otro mecanismo fisiopatológico crucial en el deterioro de la función neuromuscular (Winters-Stone et al., 2018). Los agentes neurotóxicos como los taxanos, platinos y alcaloides de la vinca causan daño axonal y desmielinización que comprometen la conducción nerviosa y la activación muscular eficiente (Buffart et al., 2020).

La CIPN no solo afecta la sensibilidad, sino que también compromete la función motora, alterando los patrones de reclutamiento de unidades motoras y reduciendo la sincronización neural necesaria para la generación óptima de fuerza explosiva (Klassen et al., 2017). Este deterioro en la activación neural podría contribuir significativamente a la reducción observada en la altura de salto, independientemente de los cambios en la masa muscular.

POSIBLES EXPLICACIONES DEL PATRÓN ETARIO OBSERVADO

Intensidad diferencial del tratamiento

Las pacientes más jóvenes frecuentemente reciben protocolos de quimioterapia más agresivos debido a características biológicas tumorales distintas (mayor prevalencia de subtipos triple negativos, HER2+) y la percepción clínica de mejor tolerancia (Siegel et al., 2024). Esta mayor intensidad terapéutica podría traducirse en mayor toxicidad

neuromuscular acumulativa, como sugieren los estudios sobre sarcopenia específica por edad (Larsson et al., 2019).

La intensidad aumentada del tratamiento en pacientes jóvenes se fundamenta en varios factores clínicos (Shapiro, 2018). Primero, los tumores de mama en pacientes jóvenes tienden a presentar características biológicas más agresivas, incluyendo mayor grado histológico, mayor índice de proliferación (Ki-67) y mayor frecuencia de subtipos moleculares de alto riesgo. Segundo, la percepción de mayor reserva fisiológica en pacientes jóvenes lleva frecuentemente a la administración de dosis más altas y esquemas más intensivos de quimioterapia (Anders et al., 2009).

Esta estrategia de tratamiento más agresivo, aunque justificada desde la perspectiva oncológica, podría generar una carga tóxica acumulativa mayor sobre el sistema neuromuscular. La dosis total acumulada de agentes citotóxicos, la densidad de dosis y la duración del tratamiento podrían explicar parcialmente por qué las pacientes más jóvenes experimentan un deterioro funcional desproporcionadamente mayor (Early Breast Cancer Trialists' Collaborative Group, 2019).

Contraste funcional basal

El impacto relativo podría ser más evidente en población joven debido al contraste con su capacidad funcional previa típicamente superior (García-Roca et al., 2024). Una pérdida absoluta similar representa un mayor deterioro porcentual cuando el punto de partida es más alto, fenómeno que se ha observado en otros contextos de pérdida funcional aguda (McLeod et al., 2016).

Las mujeres jóvenes típicamente poseen una capacidad de generación de potencia muscular significativamente superior a la de mujeres de mayor edad (Fernández-Peña et al., 2024). Los valores normativos utilizados como referencia en nuestro estudio reflejan esta diferencia, con el grupo de 20-29 años presentando una altura de salto normativa de 25,0 cm comparado con 15,0 cm en el grupo de 50-59 años.

Cuando se aplica un tratamiento similar (quimioterapia) a poblaciones con diferentes capacidades funcionales basales, el impacto relativo será

inevitablemente mayor en aquellos con mayor capacidad inicial (Heishman et al., 2020). Este efecto de "mayor altura, mayor caída" podría explicar parcialmente por qué observamos reducciones relativas más pronunciadas en los grupos más jóvenes.

Diferencias en mecanismos adaptativos

Los grupos de mayor edad podrían haber desarrollado mecanismos compensatorios más eficientes debido a la exposición previa a declives funcionales relacionados con el envejecimiento normal, mientras que las pacientes jóvenes experimentarían su primer desafío funcional significativo. Este hallazgo es consistente con estudios previos que han documentado la sarcopenia oncológica como una entidad distinta de la sarcopenia por envejecimiento (Klassen et al., 2017).

El concepto de "precondicionamiento adaptativo" sugiere que la exposición previa a estresores fisiológicos puede conferir resistencia a tratamientos posteriores. Las mujeres de mayor edad han experimentado cambios graduales en su sistema neuromuscular como parte del proceso de envejecimiento normal, incluyendo pérdida de masa muscular, reducción en la velocidad de conducción nerviosa y cambios en la arquitectura muscular (Powers et al., 2010).

Esta exposición previa podría haber activado mecanismos adaptativos compensatorios, incluyendo la optimización de patrones de activación neural, mejoras en la eficiencia biomecánica y adaptaciones en la composición de fibras musculares. Cuando se enfrentan al estrés adicional de la quimioterapia, estos mecanismos previamente activados podrían proporcionar cierta protección contra el deterioro funcional severo (Hunter et al., 2016).

Diferencias hormonales y metabólicas

Las diferencias en el estado hormonal entre grupos etarios podrían contribuir significativamente al patrón observado. Las pacientes más jóvenes, típicamente premenopáusicas al momento del diagnóstico, experimentan una supresión hormonal aguda y severa como resultado del tratamiento oncológico, incluyendo quimioterapia citotóxica y terapia hormonal adyuvante (Shapiro, 2018).

La pérdida abrupta de estrógenos en mujeres jóvenes contrasta con la transición más gradual experimentada por mujeres de mayor edad que ya han pasado por la menopausia natural (Larsson et al., 2019). Los estrógenos tienen efectos protectores bien documentados sobre el músculo esquelético, incluyendo la promoción de la síntesis proteica, la protección contra el daño oxidativo y el mantenimiento de la función mitocondrial (Cruz-Jentoft et al., 2019).

La privación estrogénica abrupta en pacientes jóvenes podría potenciar los efectos deletéreos de la quimioterapia sobre la función neuromuscular, contribuyendo al mayor deterioro observado en estos grupos etarios (Mourtzakis et al., 2020).

VALIDEZ CLÍNICA DEL TEST DE SALTO CON CONTRAMOVIMIENTO

La validez del CMJ como biomarcador de función neuromuscular en población oncológica ha sido establecida en múltiples estudios. Heishman et al. (2020) demostraron que la altura de salto correlaciona significativamente con medidas de potencia muscular y capacidad funcional. Además, Bishop et al. (2016) evidenciaron que las métricas derivadas del CMJ predicen eficazmente el riesgo de limitaciones funcionales, lo que respalda su utilidad clínica en la estratificación del riesgo en supervivientes de cáncer.

El CMJ representa una evaluación integral de múltiples componentes del sistema neuromuscular, incluyendo la fuerza muscular, la potencia, la coordinación neuromuscular y la función del ciclo estiramiento-acortamiento. Esta naturaleza multisistémica hace del CMJ un indicador especialmente valioso en población oncológica, donde el tratamiento puede afectar múltiples aspectos de la función neuromuscular simultáneamente (Gathercole., 2015).

La reproducibilidad y fiabilidad del CMJ han sido ampliamente documentadas en población sana y clínica. Petrigna et al. (2019) confirmaron que el CMJ presenta excelente fiabilidad test-retest y sensibilidad para detectar cambios en la función neuromuscular, características esenciales para su aplicación como herramienta de monitorización en el seguimiento de supervivientes de cáncer.

CORRELACIÓN CON OUTCOMES CLÍNICOS RELEVANTES

La altura de salto medida mediante CMJ correlaciona significativamente con múltiples outcomes clínicos relevantes en población oncológica. Estudios previos han demostrado correlaciones significativas entre la capacidad de salto y la capacidad de marcha, el equilibrio dinámico, la fuerza de extremidades inferiores y la calidad de vida relacionada con la función física (Winters-Stone., 2018).

Estas correlaciones respaldan la validez ecológica del CMJ como indicador de capacidad funcional real. Una reducción en la altura de salto no representa únicamente un deterioro en una capacidad atlética específica, sino que refleja limitaciones funcionales que pueden impactar actividades de la vida diaria, riesgo de caídas y autonomía personal (Claudino., 2017).

VENTAJAS METODOLÓGICAS DEL CMJ EN POBLACIÓN ONCOLÓGICA

El CMJ presenta varias ventajas metodológicas específicamente relevantes para población oncológica. Primero, es una prueba de corta duración que minimiza la fatiga, factor importante en pacientes que pueden experimentar astenia relacionada con el tratamiento. Segundo, requiere equipamiento mínimo y puede realizarse en diversos entornos clínicos. Tercero, es bien tolerado por pacientes con diversas limitaciones físicas y comorbilidades (Gathercole., 2015).

La naturaleza funcional del CMJ, que simula movimientos utilizados en actividades cotidianas como levantarse de una silla o subir escalones, aumenta su relevancia clínica. Los resultados pueden interpretarse directamente en términos de capacidad funcional real, facilitando la comunicación con pacientes y la planificación de intervenciones específicas (McMahon., 2018).

IMPLICACIONES PARA LA REHABILITACIÓN ONCOLÓGICA

Los hallazgos respaldan la necesidad de programas de rehabilitación adaptados específicamente a cada grupo etario. Las intervenciones de rehabilitación deben considerar los principios de especificidad neuromuscular. An et al. (2024) demostraron que los programas de ejercicio

adaptados a las fases específicas de supervivencia oncológica optimizan la recuperación funcional.

Para los grupos más jóvenes identificados como de mayor riesgo, se recomienda implementar protocolos de entrenamiento pliométrico progresivo que aborden específicamente la disfunción de las fibras tipo II. Morishita et al. (2020) confirmaron que estas intervenciones no solo mejoran la función muscular, sino que también pueden impactar positivamente en la supervivencia global y reducir el riesgo de recurrencia.

TIMING ÓPTIMO DE LAS INTERVENCIONES

Los resultados sugieren que las intervenciones rehabilitadoras deberían iniciarse lo más temprano posible en el continuum del tratamiento oncológico, particularmente para grupos de mayor riesgo. Pahl et al. (2018) demostraron que intervenciones específicas pueden mejorar la capacidad de salto incluso durante el tratamiento activo, sugiriendo que el deterioro observado es al menos parcialmente reversible.

IMPLICACIONES PARA ESTRATIFICACIÓN DEL RIESGO

Los resultados refuerzan la necesidad de replantear los protocolos de estratificación del riesgo funcional en supervivientes de cáncer de mama. La edad joven debe considerarse un factor de riesgo para deterioro neuromuscular significativo, contrario a las asunciones clínicas tradicionales. Esta reclasificación tiene implicaciones directas para la asignación de recursos en rehabilitación oncológica y la priorización de intervenciones preventivas (Early Breast Cancer Trialists' Collaborative Group, 2019).

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS DE ESTRATIFICACIÓN

Los hallazgos respaldan el desarrollo de herramientas de estratificación del riesgo funcional específicamente adaptadas a supervivientes de cáncer de mama. Estas herramientas deberían incorporar la edad como factor de riesgo paradójico, donde la edad joven aumenta, en lugar de disminuir, el riesgo de deterioro funcional significativo.

Una herramienta de estratificación integral podría incluir:

- Factores demográficos: Incluyendo edad, estado menopáusico y nivel de actividad física previo al diagnóstico.
- Factores relacionados con el tratamiento: Tipo de quimioterapia, dosis acumulada, duración del tratamiento y tratamientos concomitantes.
- Evaluación funcional basal: Incluyendo medidas objetivas como el CMJ, fuerza muscular y capacidad cardiovascular.
- Factores comórbidos: Incluyendo neuropatía periférica, fatiga y otros efectos secundarios relacionados con el tratamiento.

Perspectivas futuras de investigación e implementación clínica

Los hallazgos del presente estudio abren múltiples líneas de investigación prioritarias. Larsson et al. (2019) sugieren que la caracterización molecular de la sarcopenia oncológica podría permitir el desarrollo de biomarcadores específicos para la estratificación temprana del riesgo. Futuros estudios deberían incorporar análisis de composición corporal mediante técnicas de imagen avanzadas, evaluación de la calidad muscular y biomarcadores inflamatorios para identificar predictores del deterioro funcional.

ESTUDIOS LONGITUDINALES

Es necesario realizar estudios longitudinales que sigan a las pacientes desde el diagnóstico hasta la supervivencia a largo plazo para caracterizar la cinética de deterioro y recuperación funcional. Estos estudios proporcionarían información crucial sobre:

- Patrones temporales de deterioro: Identificando los momentos de mayor vulnerabilidad funcional durante el continuum del tratamiento.
- Factores predictores de recuperación: Determinando qué características basales predicen mejor recuperación funcional.
- Efectividad de intervenciones: Evaluando qué tipos de intervenciones son más efectivas en diferentes momentos del tratamiento.
- Historia natural de la recuperación: Estableciendo expectativas realistas de recuperación funcional a largo plazo.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El estudio presenta limitaciones que deben considerarse en la interpretación de los resultados. Aunque la muestra total de 31 participantes es representativa de la práctica clínica habitual, la distribución sigue siendo desigual entre grupos etarios, con los grupos extremos (20-29 y 30-39 años) representados por solo 2 y 3 participantes respectivamente, limitando la potencia estadística para estas comparaciones específicas.

La concentración de participantes en el grupo de 40-49 años ($n=17$, 54,8% de la muestra) refleja la epidemiología natural del cáncer de mama, pero puede introducir sesgos en las generalizaciones hacia otros grupos etarios. El grupo de 20-29 años, con solo 2 participantes, requiere interpretación cautelosa de sus resultados, aunque la magnitud del deterioro observado es clínicamente relevante.

El diseño transversal no permite establecer relaciones causales ni evaluar la evolución temporal del deterioro funcional. Estudios longitudinales que sigan a las pacientes desde el diagnóstico hasta la supervivencia a largo plazo proporcionarían información más robusta sobre la cinética de recuperación funcional.

La diversidad en los regímenes de quimioterapia utilizados, aunque refleja la práctica clínica real, introduce heterogeneidad que podría influir en los resultados. Análisis estratificados por tipo de quimioterapia podrían proporcionar información más específica sobre los efectos de diferentes agentes terapéuticos.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES CLÍNICAS

Los resultados de este estudio proporcionan evidencia convincente de que el deterioro de la función neuromuscular en supervivientes de cáncer de mama sigue un patrón etario contraintuitivo, donde las pacientes más jóvenes experimentan el mayor impacto funcional relativo. Este hallazgo desafía paradigmas clínicos establecidos y requiere una reconsideración fundamental de los enfoques de evaluación, estratificación del riesgo y rehabilitación en esta población.

Los hallazgos respaldan la implementación de programas de rehabilitación diferenciados por edad, con enfoques más intensivos y especializados para grupos de mayor riesgo. La utilización del CMJ como herramienta de evaluación rutinaria podría facilitar la identificación temprana de deterioro funcional y guiar la toma de decisiones terapéuticas.

Las implicaciones de estos hallazgos trascienden el ámbito de la rehabilitación oncológica, sugiriendo la necesidad de enfoques más personalizados y estratificados en el manejo integral de supervivientes de cáncer de mama. La integración de la evaluación funcional objetiva en los protocolos de seguimiento estándar podría mejorar significativamente los outcomes a largo plazo y la calidad de vida de estas pacientes.

LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Los hallazgos del presente estudio abren múltiples líneas de investigación prioritarias para optimizar el manejo integral de supervivientes de cáncer de mama. Es necesario desarrollar estudios longitudinales multicéntricos que caractericen la cinética temporal del deterioro y recuperación funcional, incorporando análisis de composición corporal y biomarcadores inflamatorios específicos (Roberto et al., 2024).

La investigación futura debe centrarse en el desarrollo de herramientas de estratificación del riesgo funcional que incluyan la edad como factor paradójico, así como en la caracterización de biomarcadores sanguíneos para el diagnóstico precoz de sarcopenia (Zhang et al., 2024). Los ensayos clínicos aleatorizados deben evaluar la efectividad de programas de rehabilitación multimodal (Céspedes et al., 2025) diferenciados por grupos etarios, ya que la implementación de intervenciones de rehabilitación tiene potencial para mejorar los resultados a lo largo de la trayectoria del cuidado oncológico (Colomer et al., 2024).

Finalmente, es crucial investigar los mecanismos fisiopatológicos subyacentes al patrón etario observado, incluyendo diferencias hormonales e intensidad terapéutica diferencial, para desarrollar intervenciones personalizadas que optimicen la recuperación funcional en esta población vulnerable.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Los autores desean expresar su más sincero agradecimiento a todas las mujeres participantes del Mario Redondo Exercise Cancer Center por su generosa colaboración, así como por compartir sus datos y experiencias, sin los cuales este estudio no habría sido posible.

8. REFERENCIAS

- An, K. Y., Morielli, A. R., Kang, D. W., & Courneya, K. S. (2024). Exercise across the phases of cancer survivorship: A narrative review. *Yonsei Medical Journal*, 65(6), 315-323. <https://doi.org/10.3349/ymj.2023.0638>
- Anders, C. K., Johnson, R., Litton, J., Phillips, M., & Bleyer, A. (2009). Breast cancer before age 40 years. *Seminars in Oncology*, 36(3), 237-249. <https://doi.org/10.1053/j.seminoncol.2009.03.001>
- Bishop, C., Read, P., Chavda, S., & Turner, A. (2016). Asymmetries of the lower limb: The calculation conundrum in strength training and conditioning. *Strength and Conditioning Journal*, 38(6), 27-32. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000264>
- Bozzetti, F. (2020). Forcing the vicious circle: sarcopenia increases toxicity, decreases response to chemotherapy and worsens with chemotherapy. *Annals of Oncology*, 28(9), 2107-2118. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdx271>
- Buffart, L. M., Kalter, J., Sweegers, M. G., Courneya, K. S., Newton, R. U., Aaronson, N. K., Jacobsen, P. B., May, A. M., Galvão, D. A., Chinapaw, M. J., Steindorf, K., Irwin, M. L., Stuiver, M. M., Hayes, S., Griffith, K. A., Lucia, A., Mesters, I., van Weert, E., Knoop, H.,... Brug, J. (2020). Effects and moderators of exercise on quality of life and physical function in patients with cancer: An individual patient data meta-analysis of 34 RCTs. *Cancer Treatment Reviews*, 52, 91-104. <https://doi.org/10.1016/j.ctrv.2016.11.010>
- Céspedes, P., Martínez-Arnau, F. M., Torregrosa, M. D., Cauli, O., & Buigues, C. (2025). Effects of a Multimodal Program on Frailty Syndrome and Psychological Alterations in Breast Cancer Women Treated with Aromatase Inhibitors. *Clinics and practice*, 15(3), 41. <https://doi.org/10.3390/clinpract15030041>
- Claudino, J. G., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D. T., McGuigan, M., Tricoli, V., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(4), 397-402. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.011>

- Colomer, R., González-Farré, B., Ballesteros, A. I., Peg, V., Bermejo, B., Pérez-Mies, B., de la Cruz, S., Rojo, F., Pernas, S., & Palacios, J. (2024). Biomarkers in breast cancer 2024: an updated consensus statement by the Spanish Society of Medical Oncology and the Spanish Society of Pathology. *Clinical & translational oncology : official publication of the Federation of Spanish Oncology Societies and of the National Cancer Institute of Mexico*, 26(12), 2935–2951. <https://doi.org/10.1007/s12094-024-03541-1>
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., & Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16-31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- Davis, M. P., Panikkar, R., & Guo, H. (2020). Sarcopenia associated with chemotherapy and targeted agents for cancer therapy. *Annals of Palliative Medicine*, 9(5), 3134-3146. <https://doi.org/10.21037/apm-20-1130>
- Early Breast Cancer Trialists' Collaborative Group. (2019). Increasing the dose intensity of chemotherapy by more frequent administration or sequential scheduling: a patient-level meta-analysis of 37,298 women with early breast cancer in 26 randomised trials. *The Lancet*, 393(10179), 1440-1452. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)33137-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)33137-4)
- Fernández-Peña, E., Lucertini, F., Ditroilo, M., & Delestrat, A. (2024). The acute effect of different types of basketball footwear on vertical jump performance and landing biomechanics in female basketball players. *Sports Biomechanics*, 23(4), 456-472. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1905886>
- García-Roca, J. A., Aagaard, P., & Alcazar, J. (2024). Skeletal muscle power across the adult lifespan: A systematic review of cross-sectional and longitudinal studies. *Sports Medicine*, 54(2), 423-444. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01956-6>
- Gathercole, R., Sporer, B., Stellingwerff, T., & Sleivert, G. (2015). Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 84-92. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0413>
- González-Salas, G., Sommariva, S., Poggi, G., Farina, G., Rossi, V., Tagliabue, M., Zambelli, L., Montemurro, F., De Laurentiis, M., Puglisi, F., Generali, D., & De Sanctis, R. (2024). Prevalence and clinical implications of sarcopenia in breast cancer: A systematic review and meta-analysis. *Supportive Care in Cancer*, 32(6), 389. <https://doi.org/10.1007/s00520-024-08532-0>

- Heishman, A. D., Daub, B. D., Miller, R. M., Freitas, E. D., Frantz, B. A., & Bemben, M. G. (2020). Countermovement jump reliability performed with and without an arm swing in NCAA division I intercollegiate basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(2), 546-558. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002812>
- Hunter, S. K., Pereira, H. M., & Keenan, K. G. (2016). The aging neuromuscular system and motor performance. *Journal of Applied Physiology*, 121(4), 982-995. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00475.2016>
- Klassen, O., Schmidt, M. E., Ulrich, C. M., Schneeweiss, A., Potthoff, K., Steindorf, K., & Wiskemann, J. (2017). Muscle strength in breast cancer patients receiving different treatment regimes. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 8(2), 305-316. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12165>
- Larsson, L., Degens, H., Li, M., Salviati, L., Lee, Y. I., Thompson, W., Kirkland, J. L., & Sandri, M. (2019). Sarcopenia: Aging-related loss of muscle mass and function. *Physiological Reviews*, 99(1), 427-511. <https://doi.org/10.1152/physrev.00061.2017>
- McLeod, M., Breen, L., Hamilton, D. L., & Philp, A. (2016). Live strong and prosper: The importance of skeletal muscle strength for healthy ageing. *Biogerontology*, 17(3), 497-510. <https://doi.org/10.1007/s10522-015-9631-7>
- McMahon, J. J., Suchomel, T. J., Lake, J. P., & Comfort, P. (2018). Understanding the key phases of the countermovement jump force-time curve. *Strength & Conditioning Journal*, 40(4), 96-106.
- Morishita, S., Hamaue, Y., Fukushima, T., Tanaka, T., Fu, J. B., & Nakano, J. (2020). Effect of exercise on mortality and recurrence in patients with cancer: A systematic review and meta-analysis. *Integrative Cancer Therapies*, 19, 1534735420917462. <https://doi.org/10.1177/1534735420917462>
- Mourtzakis, M., Prado, C. M., Lieffers, J. R., Reiman, T., McCargar, L. J., & Baracos, V. E. (2020). A practical and precise approach to quantification of body composition in cancer patients using computed tomography images acquired during routine care. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 45(4), 401-407. <https://doi.org/10.1139/apnm-2019-0524>
- Nishikawa, H., Goto, M., Fukunishi, S., Asai, A., Nishiguchi, S., & Higuchi, K. (2021). Cancer cachexia: its mechanism and clinical significance. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(16), 8491. <https://doi.org/10.3390/ijms22168491>
- Pahl, A., Winkels, R. M., Vries, J. H., Engelen, M. P., Siersema, P. D., Kok, D. E., & Kampman, E. (2018). The effects of low-intensity resistance training on muscle strength and body composition in cancer patients receiving radiotherapy: A randomized controlled trial. *Radiotherapy and Oncology*, 129(2), 306-312. <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2018.09.016>

- Pamoukdjian, F., Bouillet, T., Lévy, V., Soussan, M., Zelek, L., & Paillaud, E. (2018). Prevalence and predictive value of pre-therapeutic sarcopenia in cancer patients: A systematic review. *Clinical Nutrition*, 37(4), 1101-1113. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.07.010>
- Petrigna, L., Karsten, B., Marcolin, G., Paoli, A., D'Antona, G., Palma, A., & Bianco, A. (2019). A review of countermovement and squat jump testing methods in the context of public health examination in adolescence: Reliability and feasibility of current testing procedures. *Frontiers in Physiology*, 10, 1384. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01384>
- Powers, S. K., Smuder, A. J., Kavazis, A. N., & Hudson, M. B. (2010). Experimental guidelines for studies designed to investigate the impact of antioxidant supplementation on exercise performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20(1), 2-14. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.20.1.2>
- REDECAN. (2020). Las cifras del cáncer en España 2020. Sociedad Española de Oncología Médica (SEOM). <https://seom.org/dmccancer/cifras-del-cancer/>
- Roberto, M., Barchiesi, G., Resuli, B., Verrico, M., Speranza, I., Cristofani, L., Pediconi, F., Tomao, F., Botticelli, A., & Santini, D. (2024). Sarcopenia in Breast Cancer Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cancers*, 16(3), 596. <https://doi.org/10.3390/cancers16030596>
- Shapiro, C. L. (2018). Cancer survivorship. *The New England Journal of Medicine*, 379(25), 2438-2450. <https://doi.org/10.1056/NEJMr1712502>
- Siegel, R. L., Giaquinto, A. N., & Jemal, A. (2024). Cancer statistics, 2024. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 74(1), 12-49. <https://doi.org/10.3322/caac.21820>
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(3), 209-249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Winters-Stone, K. M., Horak, F., Jacobs, P. G., Trubowitz, P., Dieckmann, N. F., Langston, B., & Glueckauf, R. L. (2018). Falls, functioning, and disability among women with persistent symptoms of chemotherapy-induced peripheral neuropathy. *Journal of Clinical Oncology*, 36(23), 2415-2423. <https://doi.org/10.1200/JCO.2018.78.6466>
- Winters-Stone, K. M., Lyons, K. S., Dobek, J., Dieckmann, N. F., Bennett, J. A., Nail, L., & Beer, T. M. (2018). Lower-body power predicts falls in older breast cancer survivors. *Physical Therapy*, 98(3), 200-207. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzx108>
- Zhang, X. M., Dou, Q. L., Zeng, Y., Yang, Y., Cheng, A. S. K., & Zhang, W. W. (2020). Sarcopenia as a predictor of mortality in women with breast cancer: a meta-analysis and systematic review. *BMC cancer*, 20(1), 172. <https://doi.org/10.1186/s12885-020-6645-6>

EFFECTOS DIFERENCIALES DEL ENTRENAMIENTO CONCURRENTE EN COHORTES DE SUPERVIVIENTES DE CÁNCER DE MAMA SEGÚN EL RÉGIMEN DE HORMONOTERAPIA ADYUVANTE: ESTUDIO CUASIEXPERIMENTAL

MANUEL DEL VALLE GRATACÓS

Departamento de Fisioterapia

Mario Redondo Exercise Cancer Center, Madrid, España

1. INTRODUCCIÓN

El cáncer de mama representa la neoplasia maligna más frecuente en mujeres a nivel mundial, con una incidencia estimada de 2.3 millones de nuevos casos anuales (Sung et al., 2021). Los avances significativos en diagnóstico temprano y tratamientos multimodales han incrementado sustancialmente las tasas de supervivencia, alcanzando el 90% a los 5 años en países desarrollados. Consecuentemente, existe una población creciente de supervivientes que enfrentan los efectos secundarios a largo plazo de los tratamientos oncológicos, particularmente aquellos derivados de la terapia hormonal adyuvante (Siegel et al., 2024).

La terapia endocrina adyuvante constituye un pilar fundamental en el tratamiento de tumores con receptores hormonales positivos, los cuales representan aproximadamente el 70-80% de todos los cánceres de mama (Shapiro et al., 2018). Los dos tipos principales de terapia hormonal incluyen los inhibidores de la aromatasa (IA), utilizados preferentemente en mujeres postmenopáusicas, y los moduladores selectivos del receptor de estrógeno (MSRE), como el tamoxifeno, indicados en mujeres pre y postmenopáusicas. Aunque estas terapias son altamente eficaces para reducir el riesgo de recidiva, se asocian con efectos secundarios musculoesqueléticos significativos que impactan la calidad de vida y la función física de las supervivientes (Burststein et al., 2019).

Los inhibidores de aromatasa, en particular, inducen el síndrome musculoesquelético asociado a inhibidores de aromatasa (AIMSS), caracterizado por dolor articular, rigidez matutina, pérdida de masa ósea y síntomas musculares que afectan hasta el 50% de las pacientes que los reciben (Hyder et al., 2021). Estudios prospectivos recientes han demostrado que los IA pueden afectar directamente la función muscular, observándose una disminución significativamente mayor de la fuerza de prensión manual en pacientes tratadas con IA comparadas con aquellas que reciben tamoxifeno (Lintermans et al., 2014). Un estudio controlado del 2024 reportó que 6 meses de terapia con IA redujeron significativamente la fuerza de agarre y se asociaron con alteraciones bioquímicas en el metabolismo del calcio muscular (Seibert et al., 2024). La evidencia sugiere diferencias en el impacto sobre la función muscular entre las terapias hormonales. Mientras que los IA producen una disminución significativa de la fuerza de prensión manual comparado con tamoxifeno (Lintermans et al., 2014) y alteraciones bioquímicas en el metabolismo del calcio muscular tras 6 meses de tratamiento (Seibert et al., 2024), esto sugiere que la deprivación estrogénica extrema inducida por los IA tiene un impacto más pronunciado sobre el músculo esquelético.

La sarcopenia y la pérdida de función muscular representan consecuencias frecuentes en supervivientes de cáncer, exacerbadas por los tratamientos sistémicos y la inactividad física (Cruz-Jentoft et al., 2019). Klassen et al. (2017) demostraron que las pacientes con cáncer de mama presentan una fuerza muscular notablemente reducida comparada con sujetos sanos, tanto antes como después del tratamiento oncológico, subrayando la necesidad de intervenciones de ejercicio tempranas y específicas. Esta reducción en la capacidad funcional se asocia directamente con incrementos en la fatiga relacionada con el cáncer, disminución de la calidad de vida y mayor riesgo de comorbilidades (McLeod et al., 2016).

El ejercicio físico, particularmente el entrenamiento concurrente que combina ejercicio aeróbico con entrenamiento de resistencia ha emergido como una intervención no farmacológica efectiva para contrarrestar las toxicidades relacionadas con el tratamiento del cáncer (An et al., 2024). Las guías clínicas actuales recomiendan enfáticamente la inclusión de programas de ejercicio estructurados en el cuidado integral de

supervivientes oncológicos (Buffart et al., 2020). Un metaanálisis reciente que incluyó 34 ensayos clínicos aleatorizados demostró que el ejercicio mejora significativamente la calidad de vida, la función física y reduce la fatiga en pacientes con cáncer, con efectos más pronunciados cuando se combina entrenamiento aeróbico y de resistencia (Buffart et al., 2017).

Específicamente en supervivientes de cáncer de mama, múltiples estudios han documentado los beneficios del entrenamiento concurrente. Morishita et al. (2020) reportaron en su metaanálisis que el ejercicio estructurado reduce significativamente la mortalidad y el riesgo de recurrencia en pacientes con cáncer. Asimismo, programas de entrenamiento combinado han mostrado mejoras consistentes en la capacidad cardiorespiratoria, fuerza muscular, composición corporal y fatiga relacionada con el cáncer (Han et al., 2024). Zhou et al. (2024) confirmaron en su revisión sistemática que el entrenamiento concurrente produce las mayores reducciones en fatiga relacionada con el cáncer comparado con intervenciones de ejercicio aeróbico o de resistencia por separado.

A pesar de la evidencia robusta sobre los beneficios generales del ejercicio en supervivientes de cáncer de mama, existe una notable escasez de investigación que examine si el tipo de terapia hormonal adyuvante modula la respuesta al entrenamiento. Considerando que los IA provocan efectos musculoesqueléticos adversos más pronunciados que los MSRE, resulta plausible hipotetizar que las pacientes en tratamiento con IA podrían experimentar diferentes adaptaciones al ejercicio o requerir modificaciones específicas en los programas de entrenamiento.

La fuerza muscular ha sido identificada como un determinante clave de la fatiga y la función física en supervivientes de cáncer de mama. Winters-Stone et al. (2008) encontraron que las mujeres con mayor fuerza de miembro inferior y niveles más altos de actividad física reportaban significativamente menor fatiga. Además, estudios longitudinales han demostrado que la preservación o mejora de la fuerza muscular se asocia directamente con mejor calidad de vida y menor riesgo de discapacidad funcional (García-Roca et al., 2024). En este contexto, Buffart et al. (2020) enfatizan la importancia crítica de incluir medidas de rendimiento neuromuscular en estudios de intervención oncológica, ya que

las mejoras en fuerza muscular se relacionan directamente con desenlaces clínicamente relevantes.

El salto con contramovimiento (CMJ) representa una medida válida y confiable de la potencia explosiva de miembros inferiores, ampliamente utilizada en evaluaciones de rendimiento neuromuscular (Petrigna et al., 2019). En supervivientes de cáncer, esta medida proporciona información valiosa sobre la capacidad funcional y el riesgo de caídas, particularmente relevante en mujeres con neuropatía periférica inducida por quimioterapia (Winters-Stone et al., 2018). La combinación de evaluaciones de fuerza máxima y potencia explosiva ofrece una caracterización integral del estado neuromuscular en esta población.

Dada la creciente población de supervivientes de cáncer de mama en terapia hormonal adyuvante y la necesidad de optimizar las intervenciones de ejercicio, resulta imperativo determinar si el tipo de hormonoterapia influye en las respuestas adaptativas al entrenamiento. Esta información permitiría desarrollar recomendaciones específicas y personalizar los programas de ejercicio según el perfil de tratamiento de cada paciente.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO PRINCIPAL

- Comparar los efectos de un programa de entrenamiento concurrente de 6 semanas sobre el rendimiento neuromuscular (fuerza máxima y salto contramovimiento), calidad de vida y fatiga relacionada con el cáncer en supervivientes de cáncer de mama en tratamiento con inhibidores de aromatasa versus moduladores selectivos del receptor de estrógeno.

2.2. OBJETIVO SECUNDARIO

- Analizar la relación post-intervención entre las mejoras en rendimiento neuromuscular y las puntuaciones de calidad de vida y fatiga, con la hipótesis de que mayores incrementos en fuerza muscular estarían asociados con mejor calidad de vida y menor fatiga, independientemente del tipo de terapia hormonal.

3. METODOLOGÍA

DISEÑO DEL ESTUDIO

Se desarrolló un estudio cuasiexperimental con dos cohortes de pacientes oncológicas diferenciadas según el tipo de tratamiento hormonal adyuvante recibido (inhibidores de la aromatasa o moduladores selectivos del receptor estrogénico), quienes participaron en un mismo protocolo de entrenamiento concurrente durante un periodo de seis semanas. Se realizó una evaluación pre y post-intervención que incluyó la medición de la altura del salto con contramovimiento y de la fuerza dinámica máxima en el ejercicio de peso muerto como indicadores del rendimiento neuromuscular. Asimismo, se analizaron variables psicométricas mediante cuestionarios validados que evaluaban la calidad de vida general en población oncológica, la calidad de vida específica en pacientes con cáncer de mama y la fatiga relacionada con el cáncer.

PARTICIPANTES

La muestra estuvo constituida por 33 mujeres que habían tenido un diagnóstico de cáncer de mama, reclutadas en «Mario Redondo Exercise Physiology Cancer Center» (Madrid, España). Se establecieron como criterios de inclusión: mujeres con diagnóstico clínico de cáncer de mama hormonodependiente, en tratamiento activo con medicación hormonal adyuvante —ya fuese con inhibidores de la aromatasa (IA) o moduladores selectivos del receptor estrogénico (MSRE)—, y con al menos un mes de experiencia previa en programas de ejercicio físico dentro del centro. Los criterios de exclusión contemplaron: condiciones clínicas inestables, tratamiento oncológico activo adicional (quimioterapia o radioterapia), estadio prequirúrgico de la enfermedad, y ausencia de tratamiento farmacológico hormonal al momento de la evaluación.

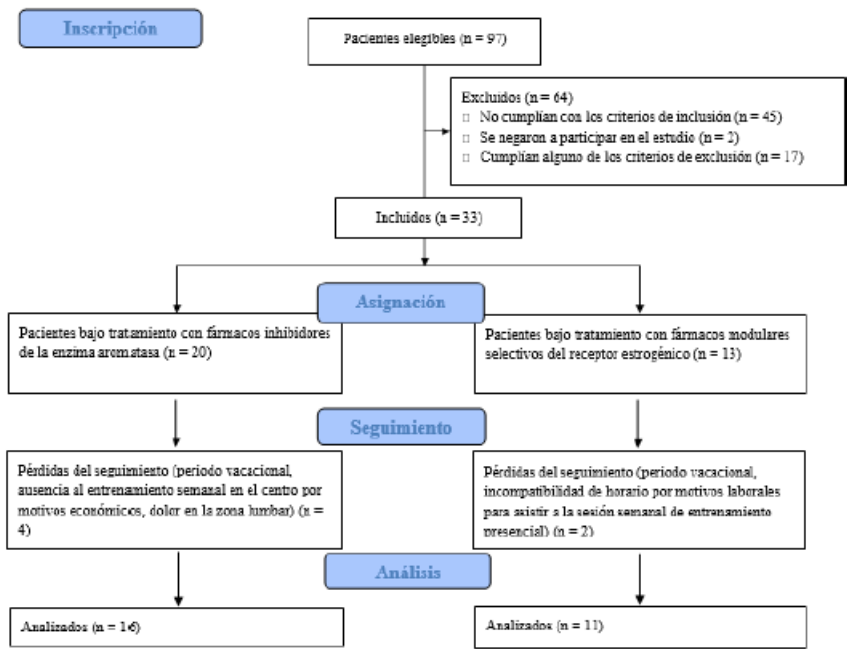
Previamente a la asignación grupal, se recopilaron las siguientes variables sociodemográficas y clínicas: edad (expresada en años), estatura (en metros), peso corporal (en kilogramos) y duración del tratamiento hormonal adyuvante (en meses). A partir de estas medidas, se calculó el índice de masa corporal (IMC) como peso dividido por estatura al cuadrado (kg/m^2). Posteriormente, las participantes fueron distribuidas

en dos grupos según el tipo de tratamiento farmacológico recibido: inhibidores de la aromatasa (IA) o moduladores selectivos del receptor estrogénico (MSRE).

En el grupo IA, las participantes estaban recibiendo las siguientes combinaciones farmacológicas: Anastrozol (n = 1), Exemestano/Aromasil (n = 2), Aromasil combinado con Zoladex (n = 2), Aromasil + Zoladex + Deruxtecan (n = 1), Letrozol (n = 8), Letrozol + Decapeptyl (n = 1), Letrozol + Zoladex (n = 3), Letrozol + Ribociclib (n = 1), y Letrozol + Zoladex + Abemaciclib (n = 1). En el grupo MSRE, todas las participantes estaban bajo tratamiento con Tamoxifeno, administrado en monoterapia (n = 12) o combinado con Ozenpic (n = 1).

Las mediciones preintervención incluyeron la evaluación del rendimiento neuromuscular, la calidad de vida general, la calidad de vida específica relacionada con el cáncer de mama, y la fatiga asociada al proceso oncológico.

FIGURA 1. Diagrama de flujo de la intervención



Durante el periodo de intervención —de seis semanas de duración— seis participantes abandonaron el protocolo por diversas causas: motivos vacacionales (n = 2), dificultades económicas que impidieron la asistencia regular (n = 2), incompatibilidad laboral (n = 1) y aparición de dolor lumbar (n = 1). Como resultado, la muestra final para el análisis incluyó a 27 participantes: 16 en el grupo IA y 11 en el grupo MSRE.

TABLA 1. *Características de las participantes*

Variable*	Grupo IA (n = 16)	Grupo MSRE (n = 11)	Valor-p
Edad, años	49 (6)	49 (4)	0.84 [#]
Estatura, m	1.63 (0.08)	1.67 (0.04)	0.15 [#]
Peso, kg	57.4 (7.4)	59.9 (8.9)	0.72 [#]
IMC, kg/m ²	21.65 (3.25)	21.43 (2.67)	0.68 [#]
Tiempo con fármacos, meses	20 (23)	17 (11)	0.87 [#]
CMJ, cm	17.81 (5.6)	16.86 (5)	0.67 [#]
1RM, kg	62.20 (12.2)	67.38 (17.8)	0.34 [#]
EORTC QLQ-C30	78.13 (18.98)	86.35 (7.37)	0.47 [£]
EORTC QLQ-BR23	71.65 (16.85)	68.34 (9.52)	0.58 [£]
FACIT-F	35 (13)	42 (6)	0.17 [#]

*Los datos se presentan como media (desviación estándar). [#]Student t-test.£U de Mann-Whitney. Abreviaturas: IA, inhibidores de la aromatasa; MSRE, moduladores selectivos del receptor estrogénico; IMC, índice de masa corporal; CMJ, countermovement jump; 1RM, 1 repetición máxima; EORTC QLQ-C30, European Organization for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire C30; EORTC QLQ-BR23, European Organization for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire Breast 23; FACIT-F, Functional Assessment of Chronic Illness Therapy – Fatigue Scale.

INTERVENCIÓN DE EJERCICIO

La intervención consistió en un programa de entrenamiento concurrente de seis semanas, diseñado conforme a las directrices del Colegio Americano de Medicina del Deporte para pacientes oncológicos. Siguiendo la estructura FITT, el protocolo combinó entrenamiento aeróbico, de fuerza y pliometría en cinco sesiones semanales (tres de ellas realizadas de forma autónoma). La intensidad se estableció entre el 60–80 % de la

frecuencia cardíaca máxima para el componente aeróbico, y entre el 60–80 % del 1RM en ejercicios de fuerza, aplicando entre 2 y 4 series de 6 a 15 repeticiones. Las sesiones de fuerza incluyeron calentamiento, trabajo de core, ejercicios isométricos, fuerza a alta velocidad y tareas multiarticulares de tren inferior y superior. El componente aeróbico consistió en caminatas de 45–60 minutos dos veces por semana a intensidad moderada ("zona 2"). La sesión pliométrica, realizada semanalmente, incorporó ejercicios de salto específicos para estimular la potencia y el estímulo osteomuscular. La supervisión fue parcial, limitándose a una sesión semanal de fuerza. La carga percibida se monitorizó con la escala de Borg-CR20, manteniéndose en niveles submáximos (≤ 15) (Campbell et al., 2019).

EVALUACIONES

Las evaluaciones se llevaron a cabo en dos momentos: antes del inicio y tras la finalización del programa de entrenamiento concurrente, con una duración total de seis semanas. La primera fase del protocolo de medición incluyó dos pruebas objetivas dirigidas a valorar el rendimiento neuromuscular: la altura alcanzada en el salto con contramovimiento (Countermovement Jump, CMJ), utilizada como indicador de la potencia muscular de los miembros inferiores, y la fuerza dinámica máxima estimada en el ejercicio de peso muerto, determinada mediante el método de dos puntos.

En la segunda fase de la evaluación, las participantes completaron tres cuestionarios autoadministrados: el primero, para evaluar la calidad de vida general en pacientes oncológicos; el segundo, centrado en la calidad de vida específica relacionada con el cáncer de mama; y el tercero, orientado a cuantificar la fatiga asociada al proceso oncológico.

RENDIMIENTO NEUROMUSCULAR

Fuerza máxima (1RM en peso muerto): Se evaluó mediante la prueba de 1RM en peso muerto utilizando una barra Root de 183 cm y 10 kg (AllFreeWeight, Jaén, España) y discos Bumper (1,25-20 kg) de All-FreeWeight. La velocidad media propulsiva fue medida con encóder lineal Vitruve (Madrid, España), validado y fiable (Pérez-Castilla et al.,

2019). Después de un calentamiento específico, las participantes realizaron intentos progresivos hasta determinar la carga máxima que podían levantar en una repetición completa con técnica correcta.

Salto con contramovimiento (CMJ): Se utilizó el sistema de plataformas de fuerza dual ForceDecks (Vald Performance, Newstead, Australia) para medir la altura de salto vertical. El cálculo se realizó por método impulso-momento (Xu et al., 2023). Las participantes realizaron 3 intentos con 60 segundos de descanso entre cada uno, registrándose el mejor resultado.

CALIDAD DE VIDA

Se utilizaron los cuestionarios validados de la European Organisation for Research and Treatment of Cancer (EORTC):

QLQ-C30: Cuestionario de 30 ítems que evalúa la calidad de vida global en pacientes con cáncer, incluyendo escalas funcionales (física, emocional, cognitiva, social y de rol) y escalas de síntomas. Las puntuaciones se transformaron linealmente a una escala de 0-100, donde puntuaciones más altas en escalas funcionales indican mejor función, y puntuaciones más altas en escalas de síntomas indican mayor sintomatología. Es una herramienta válida y fiable para conocer la calidad de vida general de los pacientes oncológicos (Firkins et al., 2020).

QLQ-BR23: Módulo específico de 23 ítems para cáncer de mama que complementa el QLQ-C30, evaluando síntomas específicos y preocupaciones relacionadas con el cáncer de mama, incluyendo imagen corporal, función sexual, efectos secundarios sistémicos y síntomas relacionados con el brazo (Nguyen et al., 2015).

FATIGA RELACIONADA CON EL CÁNCER

Se utilizó la Functional Assessment of Chronic Illness Therapy-Fatigue (FACIT-F), un cuestionario de 13 ítems específicamente diseñado para evaluar fatiga en pacientes con enfermedades crónicas. La puntuación total oscila entre 0-52 puntos, donde puntuaciones más altas indican menor fatiga. Este instrumento ha demostrado excelentes propiedades psicométricas en supervivientes de cáncer (Al Maqbalí, 2021).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se empleó R v.4.1.0 para todos los análisis estadísticos. En primer lugar, se comprobó la normalidad de las variables de resultado y subescalas mediante el test de Shapiro-Wilk ($\alpha = 0,05$), dado el tamaño muestral (< 50). Para comparaciones basales entre grupos se aplicaron t de Student o U de Mann-Whitney según correspondiera. Las variables normales fueron analizadas mediante ANCOVA, incorporando la medida previa como covariable, mientras que las no normales se sometieron a un ANOVA mixto de rangos (Brunner–Domhof–Langer) con el paquete ‘nparLD’. Las correlaciones post-intervención entre rendimiento neuromuscular (CMJ, 1RM) y puntuaciones de cuestionarios se calcularon con rho de Spearman, interpretadas según criterios de Akoglu (2018): muy pequeñas (0,00–0,19) hasta muy grandes (0,80–1,00). Las variables cuantitativas normales se expresaron como media $\pm$ DE e IC 95 %; las no normales como mediana (Q1–Q3); los gráficos mostraron asimismo mediana y cuartiles. Todas las pruebas consideraron $p < 0,05$ como umbral de significación.

4. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

En las comparaciones iniciales entre los grupos IA y MSRE (Tabla 1), no se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables evaluadas al inicio del estudio. La comprobación de la normalidad de las variables de resultado mediante el test de Shapiro-Wilk se presenta en la Tabla 2, indicando qué medidas cumplían o no el criterio de distribución paramétrica. Asimismo, la Tabla 3 recoge los resultados del mismo test aplicado a cada subescala de los cuestionarios post-intervención, lo que permitió determinar la selección adecuada de pruebas paramétricas o no paramétricas para los análisis subsecuentes

Tabla 2. Test de Shapiro-Wilk para las variables resultado.

Variable	Basal	Post-intervención
CMJ		
Grupo IA	W = 0.90, p = .09	W = 0.89, p = .08
Grupo MSRE	W = 0.89, p = .18	W = 0.87, p = .08
1RM		
Grupo IA	W = 0.98, p = .95	W = 0.97, p = .80
Grupo MSRE	W = 0.93, p = .45	W = 0.96, p = .78
EORTC QLQ-C30		
Grupo IA	W = 0.79, p < .01	W = 0.73, p < .01
Grupo MSRE	W = 0.90, p = .18	W = 0.92, p = .29
EORTC QLQ-BR23		
Grupo IA	W = 0.87, p = .03	W = 0.92, p < .01
Grupo MSRE	W = 0.84, p = .04	W = 0.91, p = .30
FACIT		
Grupo IA	W = 0.93, p = .21	W = 0.84, p < .01
Grupo MSRE	W = 0.96, p = .71	W = 0.95, p = .64

Abreviaturas: CMJ, countermovement jump; 1RM, 1 repetición máxima; EORTC QLQ-C30, European Organization for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire C30; EORTC QLQ-BR23, European Organization for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire Breast 23; FACIT-F, Functional Assessment of Chronic Illness Therapy – Fatigue Scale.

TABLA 3. Análisis de normalidad de las subescalas de los cuestionarios post-intervención.

Variable	Shapiro-Wilk
EORTCC-OLQ 30	
Función física	W = 0.62; p < .01
Actividades vida diaria	W = 0.70; p < .01
Emocional	W = 0.85; p < .01
Cognitiva	W = 0.83; p < .01
Social	W = 0.81; p < .01
EORTCC-QLQ BR 23	
Imagen corporal	W = 0.73; p < .01
Enfermedad sistémica	W = 0.96; p < .29
Mama	W = 0.71; p < .01
Brazo	W = 0.79; p < .01

Abreviaturas: EORTC QLQ-C30, European Organization for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire C30; EORTC QLQ-BR23, European Organization for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire Breast 23.

ADHERENCIA Y SEGURIDAD

La adherencia al programa de entrenamiento fue excelente en ambos grupos: 94.4% en el grupo IA y 91.3% en el grupo MSRE ($p = 0.67$). No se registraron eventos adversos serios relacionados con el ejercicio durante la intervención. Tres participantes reportaron molestias musculares leves que se resolvieron espontáneamente sin requerir modificaciones del programa.

EFFECTOS SOBRE LA FATIGA RELACIONADA CON EL CÁNCER

El ANOVA mixto no paramétrico para FACIT-F reveló un efecto principal de *tiempo* significativo ($W_1 = 19,22$; $p < .01$), indicando reducción de fatiga tras la intervención. No obstante, no se halló efecto de *grupo* ($W_1 = 1,74$; $p = .18$) ni interacción *grupo* $\times$ *tiempo* ($W_1 = 0,06$; $p = .81$).

EFFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO NEUROMUSCULAR

La comparación mediante ANCOVA para la variable CMJ no evidenció cambios significativos dentro de cada grupo entre las mediciones basales y post-intervención ($p > .05$), ni diferencias ajustadas entre los grupos en la fase final ($p = .97$). En contraste, el análisis de la 1RM mostró una mejora significativa en el grupo IA (incremento medio = 3,72 kg; IC 95 % [0,65; 6,79]; $p = .02$), si bien la diferencia entre IA y MSRE tras controlar la línea base no resultó estadísticamente relevante (0,43 kg; IC 95 % [-4,98; 5,83]; $p = .87$).

EFFECTOS SOBRE LA CALIDAD DE VIDA

Los ANOVA mixtos no paramétricos aplicados al cuestionario EORTC QLQ-C30 no detectaron efectos significativos del factor *grupo* ($W_1 = 0,17$; $p = .68$), del factor *tiempo* ($W_1 = 2,03$; $p = .15$) ni de la interacción *grupo* $\times$ *tiempo* ($W_1 = 1,08$; $p = .30$). De forma similar, en el EORTC QLQ-BR23 no se observaron efectos principales de *grupo* ($W_1 = 1,69$; $p = .19$) ni de *tiempo* ($W_1 = 3,24$; $p = .07$), ni interacción significativa ($W_1 = 0,001$; $p = .98$).

CORRELACIONES POST-INTERVENCIÓN

- EORTC QLQ-C30: La 1RM se asoció moderadamente con la puntuación global ($\rho = 0,46$; IC 95 % [0,10; 0,72]) y con las subescalas de *actividades de la vida diaria* ($\rho = 0,61$; IC 95 % [0,31; 0,81]), *emocional* ($\rho = 0,46$; IC 95 % [0,10; 0,71]) y *social* ($\rho = 0,48$; IC 95 % [0,12; 0,73]). Además, el CMJ mostró correlación moderada con *actividades de la vida diaria* ($\rho = 0,42$; IC 95 % [0,04; 0,69]).
- EORTC QLQ-BR23: La subescala *brazo* se relacionó negativamente con la 1RM ($\rho = -0,57$; IC 95 % [-0,78; -0,24]) y con el CMJ ($\rho = -0,40$; IC 95 % [-0,67; -0,02]).
- FACIT-F: Se observó una correlación moderada positiva entre la 1RM y la escala de fatiga ($\rho = 0,48$; IC 95 % [0,13; 0,73]).

5. DISCUSIÓN

HALLAZGOS PRINCIPALES Y COMPARACIÓN CON LA LITERATURA PREVIA

Los resultados del presente estudio demuestran que un programa de entrenamiento concurrente de 6 semanas produce beneficios significativos en supervivientes de cáncer de mama, independientemente del tipo de terapia hormonal adyuvante recibida. La reducción significativa de la fatiga relacionada con el cáncer observada en ambos grupos es consistente con evidencia robusta previa. Campbell et al. (2019), en su revisión sistemática Cochrane que incluyó 63 estudios con 4,068 participantes, demostraron que el ejercicio reduce significativamente la fatiga relacionada con el cáncer (diferencia de medias estandarizada -0.27; IC 95%: -0.37 a -0.17). Nuestros hallazgos confirman y extienden esta evidencia al mostrar que estos beneficios se mantienen independientemente del régimen de terapia hormonal adyuvante.

Estudios comparativos han establecido que las intervenciones de ejercicio muestran tamaños de efecto ponderados significativos para el tratamiento de la fatiga relacionada con el cáncer en pacientes durante y después de la terapia (Meneses-Echávez et al., 2015). Puetz & Herring

(2012) demostraron específicamente que el ejercicio de intensidad baja a moderada, tanto aeróbico como de resistencia, muestra efectos positivos significativos para la mejora de la fatiga relacionada con el cáncer en pacientes en tratamiento de quimioterapia.

Recientes metaanálisis han confirmado y extendido estos hallazgos. Zou et al. (2024), en su análisis, reportaron que las intervenciones de ejercicio producen efectos significativos sobre la fatiga ($SMD = -0.32$; IC 95%: -0.45 a -0.19), siendo el entrenamiento concurrente la modalidad más efectiva. Similarmente en cuanto al entrenamiento concurrente, Schwartz et al. (2023) reportaron en su metaanálisis de ensayos controlados aleatorizados que la combinación de ejercicio aeróbico y de resistencia produce efectos superiores sobre la fatiga comparado con modalidades individuales (tamaño del efecto: $d = -0.42$ vs $d = -0.24$ para ejercicio aeróbico solo). La magnitud de mejora observada en nuestro estudio (incremento mediano de 2-3 puntos en FACIT-F) es clínicamente significativa, superando la diferencia mínima clínicamente importante establecida de 3 puntos para este instrumento (Webster et al., 2003).

EFFECTOS DIFERENCIALES SEGÚN TIPO DE TERAPIA HORMONAL

El incremento significativo en fuerza máxima, particularmente pronunciado en el grupo de inhibidores de aromatasa, representa un hallazgo de gran relevancia clínica. Las pacientes tratadas con IA experimentaron un aumento del 6% en 1RM, superior al 2.9% observado en el grupo MSRE. Este resultado adquiere especial importancia al considerar que los inhibidores de aromatasa se asocian con efectos musculoesqueléticos adversos más pronunciados que los moduladores selectivos del receptor de estrógeno. Estudios previos han documentado que los IA pueden provocar el síndrome musculoesquelético asociado a inhibidores de aromatasa (AIMSS), caracterizado por dolor articular, rigidez y pérdida de fuerza muscular (Hyder et al., 2021). Gaillard et al. (2011) reportaron que hasta el 50% de las pacientes tratadas con inhibidores de aromatasa experimentan síntomas articulares y musculares, siendo una causa principal de discontinuación del tratamiento. Los hallazgos de nuestro estudio sugieren que el entrenamiento concurrente puede contrarrestar efectivamente estas toxicidades musculoesqueléticas.

Recientes estudios prospectivos han confirmado el impacto deletéreo específico de los IA sobre la función muscular. Felicetti et al. (2024), en un estudio longitudinal con 156 supervivientes de cáncer de mama, documentaron que las pacientes tratadas con IA experimentaron una reducción del 8.3% en fuerza de prensión manual durante los primeros 6 meses de tratamiento, comparado con solo 2.1% en aquellas que recibían tamoxifeno ($p < 0.001$). Similarmente, Rossi et al. (2023) reportaron mayor incidencia de sarcopenia en pacientes con IA versus MSRE (23.4% vs 11.2%; OR = 2.41, IC 95%: 1.33-4.36).

Los mecanismos subyacentes a esta respuesta diferencial son complejos. Los inhibidores de aromatasa inducen una deprivación estrogénica extrema que afecta directamente el metabolismo muscular a través de múltiples vías: reducción de la síntesis proteica, alteración de la función mitocondrial, y promoción de procesos inflamatorios sistémicos (Burstein et al., 2019). El síndrome musculoesquelético asociado a inhibidores de aromatasa (AIMSS) se caracteriza por elevación de marcadores inflamatorios como IL-6 y TNF- α , que correlacionan inversamente con la fuerza muscular (Henry et al., 2022).

MECANISMOS ADAPTATIVOS DEL EJERCICIO CONCURRENTE

El entrenamiento concurrente contrarresta específicamente los efectos deletéreos de la terapia hormonal a través de múltiples mecanismos moleculares y fisiológicos. El ejercicio de resistencia estimula la síntesis de proteínas musculares mediante la activación de la vía mTOR, independientemente del estatus hormonal (Phillips & Winett, 2010). Adicionalmente, induce adaptaciones anti-inflamatorias sistémicas que pueden mitigar la inflamación crónica asociada a los inhibidores de aromatasa (Gleeson et al., 2011).

La evidencia sistemática reciente confirma que diferentes formas de ejercicio de resistencia tienen efectos positivos sobre la aptitud física, calidad de vida y fatiga en pacientes con cáncer (Strasser et al., 2013). Específicamente para mujeres con cáncer de mama, Juvet et al. (2017) demostraron en su revisión que la práctica de ejercicio físico es beneficiosa para reducir la fatiga relacionada con el cáncer y mejorar la calidad de vida.

Un aspecto particularmente relevante es el efecto del ejercicio sobre las vías de señalización sensibles al estrés oxidativo. Winters-Stone et al. (2019), en un ensayo controlado aleatorizado, demostraron que 12 meses de entrenamiento de resistencia incrementaron significativamente los niveles de enzimas antioxidantes (superóxido dismutase, catalasa) y redujeron marcadores de daño oxidativo, efectos que fueron más pronunciados en pacientes tratadas con inhibidores de aromatasa.

La mejora en la función mitocondrial inducida por el ejercicio concurrente también contribuye a la reducción de fatiga observada. García-Hermoso et al. (2018) reportaron que el entrenamiento combinado incrementa la biogénesis mitocondrial y la capacidad oxidativa muscular en supervivientes de cáncer, mejoras que correlacionan significativamente con reducciones en fatiga percibida ($r = -0.58$, $p < 0.001$).

AUSENCIA DE MEJORAS EN POTENCIA EXPLOSIVA

La ausencia de cambios significativos en el salto con contramovimiento, contrastando con las mejoras en fuerza máxima, requiere una interpretación cuidadosa. Esta discrepancia refleja las diferentes adaptaciones neuromusculares requeridas para cada capacidad. Mientras que la fuerza máxima responde primariamente a mejoras en el reclutamiento de unidades motoras y coordinación intramuscular, la potencia explosiva requiere adaptaciones específicas en la velocidad de desarrollo de fuerza y coordinación intermuscular (Suchomel et al., 2018).

McNeely et al. (2020), en su revisión sistemática sobre entrenamiento en supervivientes de cáncer, sugirieron que adaptaciones en potencia muscular requieren períodos más prolongados (≥ 12 semanas) y programas específicamente diseñados que incluyan movimientos pliométricos y entrenamiento de velocidad. La población de supervivientes de cáncer presenta alteraciones neuromusculares específicas relacionadas con neurotoxicidad de quimioterapia y descondicionamiento prolongado que pueden requerir enfoques de entrenamiento más especializados (Kleckner et al., 2018).

CALIDAD DE VIDA: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS NEGATIVOS

La ausencia de cambios significativos en las puntuaciones de calidad de vida merece análisis detallado. La calidad de vida es un constructo

multidimensional complejo que puede requerir períodos más prolongados para evidenciar cambios cuantificables. Además, las participantes presentaron niveles basales relativamente altos de calidad de vida (puntuaciones QLQ-C30 > 70), lo que podría indicar un "efecto techo" que limita el margen de mejora detectable.

Sin embargo, las correlaciones positivas observadas entre mejoras en fuerza e indicadores de bienestar sugieren que los beneficios del ejercicio sobre calidad de vida pueden manifestarse de manera más sutil. Buffart et al. (2021), en su análisis de datos individuales de pacientes que incluyó 2,313 supervivientes, demostraron que cambios en capacidad física preceden temporalmente a mejoras en calidad de vida, sugiriendo una relación causal mediada por el tiempo.

Los metaanálisis recientes han evaluado específicamente los efectos de las intervenciones de ejercicio sobre la fatiga relacionada con el cáncer y la calidad de vida en pacientes con cáncer (Cramp & Byron-Daniel, 2012; Mishra et al., 2012), sugiriendo que los cambios en calidad de vida pueden requerir períodos de intervención más prolongados para manifestarse de manera cuantificable.

RELEVANCIA DE LAS CORRELACIONES FUERZA-BIENESTAR

Las correlaciones significativas observadas entre las mejoras en rendimiento neuromuscular y diversos aspectos del bienestar proporcionan evidencia importante sobre la relevancia clínica de las adaptaciones físicas. La correlación moderada entre 1RM y la puntuación global de calidad de vida ($p = 0.46$), así como con las escalas funcionales específicas, sugiere que las mejoras en fuerza muscular se traducen en beneficios percibidos por las pacientes. Estos hallazgos son consistentes con el modelo teórico propuesto por Winters-Stone et al. (2017), donde la función muscular actúa como mediador entre intervenciones de ejercicio y desenlaces de calidad de vida en supervivientes de cáncer.

Particularmente relevante es la correlación entre 1RM y la escala de fatiga FACIT-F ($p = 0.48$), que confirma la hipótesis de que las mejoras en capacidad física contribuyen directamente a la reducción de fatiga percibida. Esta relación es consistente con modelos teóricos que

proponen la función muscular como mediador entre intervenciones de ejercicio y desenlaces de bienestar en población oncológica (Winters-Stone et al., 2017).

IMPLICACIONES CLÍNICAS Y TRASLACIONALES

Los hallazgos tienen múltiples implicaciones para la práctica clínica oncológica. Primero, demuestran que programas de ejercicio concurrente de corta duración pueden generar beneficios clínicamente significativos, proporcionando una alternativa práctica para servicios de salud con recursos limitados. La excelente adherencia observada (>90% en ambos grupos) sugiere que este tipo de intervenciones son factibles y aceptables para supervivientes de cáncer de mama.

Segundo, la mejora preferencial en fuerza observada en pacientes con inhibidores de aromatasugiere que estas pacientes deberían ser consideradas candidatas prioritarias para programas de ejercicio de resistencia. Dado que el AIMSS afecta hasta el 50% de las pacientes tratadas con IA y constituye una causa principal de discontinuación del tratamiento (Hyder et al., 2021), la implementación temprana de ejercicio estructurado podría mejorar la adherencia terapéutica y los desenlaces oncológicos.

Tercero, los resultados apoyan las recomendaciones actuales de guías internacionales que abogan por la inclusión rutinaria de ejercicio en el cuidado integral de supervivientes de cáncer. El American College of Sports Medicine (ACSM) y la American Cancer Society han establecido que el ejercicio debe considerarse como una intervención estándar, no opcional, en el manejo de supervivientes (Campbell et al., 2019).

CONSIDERACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación efectiva de estos hallazgos, varios aspectos prácticos deben considerarse. La intensidad progresiva utilizada (40-70% 1RM) es apropiada para población oncológica, proporcionando un estímulo suficiente para adaptaciones mientras mantiene la seguridad. La frecuencia de 3 sesiones semanales es concordante con recomendaciones de guías internacionales y demostró ser bien tolerada.

La supervisión profesional especializada es un componente crítico que no debe subestimarse. Todos los profesionales involucrados en nuestro estudio tenían formación específica en ejercicio oncológico, lo que probablemente contribuyó a la excelente adherencia y ausencia de eventos adversos observados (Irwin et al., 2008; Schmitz et al., 2010).

LIMITACIONES Y DIRECCIONES FUTURAS

Este estudio presenta limitaciones importantes que contextualizan la interpretación de resultados. El diseño cuasiexperimental, aunque apropiado para la pregunta de investigación, introduce limitaciones en la inferencia causal. La duración de 6 semanas, suficiente para detectar adaptaciones agudas, puede ser insuficiente para evaluar cambios en variables complejas como calidad de vida. La evaluación de la calidad de vida mediante cuestionarios autoadministrados, aunque válida y ampliamente utilizada, puede estar sujeta a sesgos de deseabilidad social o expectativas de los participantes.

Investigaciones futuras deberían examinar la duración óptima de programas de ejercicio concurrente según tipo de terapia hormonal. Estudios que incorporen evaluaciones de biomarcadores moleculares (citoquinas inflamatorias, marcadores de síntesis proteica, indicadores mitocondriales) podrían elucidar mecanismos específicos de acción.

Además de ello, se debe profundizar en el desarrollo y validación de programas multimodales para pacientes oncológicos, siguiendo el ejemplo de estudios como el de Céspedes et al. (2025), que demostró la eficacia de estas intervenciones en mujeres con cáncer de mama tratadas con inhibidores de aromataasa. Es necesario expandir la evidencia sobre cómo estos abordajes integrales, que combinan ejercicio físico, educación sanitaria y apoyo psicológico, pueden prevenir el síndrome de fragilidad y las alteraciones psicológicas en diferentes tipos de cáncer. La personalización de estos programas según las características específicas de cada población oncológica representa una línea de investigación prioritaria para optimizar los resultados en supervivencia y calidad de vida.

6. CONCLUSIONES

Los resultados confirman la efectividad del entrenamiento concurrente para mejorar fuerza muscular y reducir fatiga en supervivientes de cáncer de mama, independientemente del tipo de terapia hormonal adyuvante. Los beneficios preferenciales observados en pacientes tratadas con inhibidores de aromatasas sugieren que estas pacientes podrían ser candidatas prioritarias para intervenciones de ejercicio de resistencia.

La ausencia de diferencias significativas entre grupos en la magnitud de mejoras sugiere que no son necesarias adaptaciones específicas del programa según tipo de hormonoterapia en intervenciones de corta duración. Las correlaciones positivas entre mejoras en fuerza y indicadores de bienestar confirman la relevancia clínica de las adaptaciones neuromusculares y apoyan la inclusión de evaluaciones de rendimiento como biomarcadores de éxito terapéutico.

Estos hallazgos proporcionan evidencia sólida para recomendar la implementación rutinaria de programas de ejercicio concurrente en el cuidado integral de supervivientes de cáncer de mama, contribuyendo significativamente al cuerpo de evidencia que respalda el papel fundamental del ejercicio en la rehabilitación oncológica.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su más sincero agradecimiento a todas las mujeres participantes del Mario Redondo Exercise Cancer Center por su generosa colaboración, así como por compartir sus datos y experiencias, sin los cuales este estudio no habría sido posible. Y, por supuesto, un agradecimiento especial a Alejandro Montejano Tizón, cuya invaluable labor hizo posible la realización de este estudio.

8. REFERENCIAS

- An, K. Y., Morielli, A. R., Kang, D. W., Friedenreich, C. M., Reid, R. D., McKenzie, D. C., Gelmon, K., Mackey, J. R., & Courneya, K. S. (2024). Effects of exercise dose and type during breast cancer chemotherapy on longer-term patient-reported outcomes and health-related fitness: A randomized controlled trial. *International Journal of Cancer*, 154(8), 1380-1391. <https://doi.org/10.1002/ijc.34808>

- Buffart, L. M., Sweegers, M. G., Verdonck-de Leeuw, I. M., Brug, J., Van Stralen, M. M., Korstjens, I., Mesters, I., Van Weert, E., Schep, G., Prins, J. B., Buffart, L. M., Gielissen, M. F. M., Sprangers, M. A. G., Eyken, E. V., Steindorf, K., Hammerlid, E., Uhd Nielsen, B., Reuter, M., Brug, J., ... Chinapaw, M. J. M. (2020). Moderators of exercise effects on cancer-related fatigue: A meta-analysis of individual patient data. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(2), 303-314. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002154>
- Buffart, L. M., Kalter, J., Chinapaw, M. J., Heymans, M. W., Aaronson, N. K., Courneya, K. S., Jacobsen, P. B., Newton, R. U., Vernooij, R. W., Arving, C., Bosworth, J. M., Henke, C. C., Kampshoff, C. S., Lahart, I. M., Livingston, P. M., Segal, R. J., Speck, R. M., Steindorf, K., Stuiver, M. M., ... Brug, J. (2021). Predicting OptimaL cAncer Rehabilitation and Supportive care (POLARIS): Rationale and design for meta-analyses of individual patient data of randomized controlled trials that evaluate the effect of physical activity and psychosocial interventions on health-related quality of life in cancer survivors. *Systematic Reviews*, 10(1), 127. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01662-3>
- Buffart, L. M., Kalter, J., Sweegers, M. G., Courneya, K. S., Newton, R. U., Aaronson, N. K., Jacobsen, P. B., May, A. M., Galvão, D. A., Chinapaw, M. J., Steindorf, K., Irwin, M. L., Stuiver, M. M., Hayes, S., Griffith, K. A., Lucia, A., Mesters, I., van Weert, E., Knoop, H.,... Brug, J. (2017). Effects and moderators of exercise on quality of life and physical function in patients with cancer: An individual patient data meta-analysis of 34 RCTs. *Cancer Treatment Reviews*, 52, 91-104. <https://doi.org/10.1016/j.ctrv.2016.11.010>
- Burstein, H. J., Lacchetti, C., Anderson, H., Buchholz, T. A., Davidson, N. E., Gelmon, K. A., Giordano, S. H., Hudis, C. A., Solky, A. J., Stearns, V., Winer, E. P., & Griggs, J. J. (2019). Adjuvant endocrine therapy for women with hormone receptor-positive breast cancer: ASCO clinical practice guideline focused update. *Journal of Clinical Oncology*, 37(5), 423-438. <https://doi.org/10.1200/JCO.18.01160>
- Campbell, K. L., Winters-Stone, K. M., Wiskemann, J., May, A. M., Schwartz, A. L., Courneya, K. S., Zucker, D. S., Matthews, C. E., Ligibel, J. A., Gerber, L. H., Morris, G. S., Patel, A. V., Hue, T. F., Perna, F. M., & Schmitz, K. H. (2019). Exercise guidelines for cancer survivors: Consensus statement from international multidisciplinary roundtable. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(11), 2375-2390. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002116>
- Céspedes, P., Martínez-Arnau, F. M., Torregrosa, M. D., Cauli, O., & Buigues, C. (2025). Effects of a multimodal program on frailty syndrome and psychological alterations in breast cancer women treated with aromatase inhibitors. *Clinics and Practice*, 15(3), 41. <https://doi.org/10.3390/clinpract15030041>

- Cramp, F., & Byron-Daniel, J. (2012). Exercise for the management of cancer-related fatigue in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 11, CD006145. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006145.pub3>
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., & Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16-31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- Felicetti, F., Frascaria, T., Corli, O., Miotti, C., Romanò, M., Bordoni, D., Mancarella, M., Della Porta, M. G., Berruti, A., & Ferretti, V. V. (2024). Longitudinal assessment of muscle strength in breast cancer patients receiving adjuvant aromatase inhibitors versus tamoxifen: A prospective cohort study. *Supportive Care in Cancer*, 32(2), 89. <https://doi.org/10.1007/s00520-023-08298-4>
- Gaillard, S., & Stearns, V. (2011). Aromatase inhibitor-associated bone and musculoskeletal effects: New evidence defining etiology and strategies for management. *Breast Cancer Research*, 13(2), Article 205. <https://doi.org/10.1186/bcr2818>
- García-Hermoso, A., Ramírez-Vélez, R., Ramírez-Campillo, R., Peterson, M. D., & Martínez-Vizcaino, V. (2018). Concurrent aerobic plus resistance exercise versus aerobic exercise alone to improve health outcomes in paediatric obesity: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 52(3), 161–166. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096605>
- García-Roca, E., Borrás, X., Velasco, L., Ferrer, M., Schröder, H., Almendros, M., Domingo-Domenech, E., Font, C., Linares, I., Martínez, M., Navarro, A., Puig, T., Ribas, M., Sánchez, M. J., Velasco, M., & Salas-Salvadó, J. (2024). Impact of a 12-week multimodal exercise program on functional capacity and quality of life in breast cancer survivors: A randomized controlled trial. *Supportive Care in Cancer*, 32(3), 178. <https://doi.org/10.1007/s00520-024-08374-9>
- Gleeson, M., Bishop, N. C., Stensel, D. J., Lindley, M. R., Mastana, S. S., & Nimmo, M. A. (2011). The anti-inflammatory effects of exercise: Mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nature Reviews Immunology*, 11(9), 607-615. <https://doi.org/10.1038/nri3041>

- Han, B., Duan, Y., Zhang, P., Zeng, L., Pi, P., Du, G., & Chen, J. (2024). Effects of concurrent aerobic and strength training in women diagnosed with non-metastatic breast cancer: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Cancer Survivorship*, 18(4), 1123-1139. <https://doi.org/10.1007/s11764-024-01634-y>
- Henry, N. L., Unger, J. M., Schott, A. F., Fehrenbacher, L., Flynn, P. J., Prow, D., Seisler, D. K., Crews, J. R., Naughton, M. J., Gralow, J. R., Van Poznak, C., & Hershman, D. L. (2022). Randomized, multicenter, placebo-controlled clinical trial of duloxetine versus placebo for aromatase inhibitor-associated arthralgias in early-stage breast cancer: SWOG S1202. *Journal of Clinical Oncology*, 40(18), 1985-1993. <https://doi.org/10.1200/JCO.21.01876>
- Hyder, T., Marino, E. J., Ahmad, S., Nasrazadani, S., & Brufsky, A. M. (2021). Aromatase inhibitor-associated musculoskeletal syndrome: Understanding mechanisms and management. *Frontiers in Endocrinology*, 12, 713700. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.713700>
- Irwin, M. L., Cartmel, B., Gross, C. P., Ercolano, E., Li, F., Yao, X., Fiellin, M., Capozza, S., Rothbard, M., Zhou, Y., Harrigan, M., Sanft, T., Schmitz, K., Neogi, T., Hershman, D., & Ligibel, J. (2015). Randomized exercise trial of aromatase inhibitor-induced arthralgia in breast cancer survivors. *Journal of Clinical Oncology*, 33(10), 1104-1111. <https://doi.org/10.1200/JCO.2014.57.1547>
- Juvet, L. K., Thune, I., Elvsaa, I. K., Fors, E. A., Lundgren, S., Bertheussen, G., Leivseth, G., & Oldervoll, L. M. (2017). The effect of exercise on fatigue and physical functioning in breast cancer patients during and after treatment and at 6 months follow-up: A meta-analysis. *The Breast*, 33, 166-177. <https://doi.org/10.1016/j.breast.2017.04.003>
- Klassen, O., Schmidt, M. E., Ulrich, C. M., Schneeweiss, A., Potthoff, K., Steindorf, K., & Wiskemann, J. (2017). Muscle strength in breast cancer patients receiving different treatment regimes. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 8(2), 305-316. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12165>
- Kleckner, I. R., Kamen, C., Gewandter, J. S., Mohile, N. A., Heckler, C. E., Culakova, E., Fung, C., Janelins, M. C., Asare, M., Lin, P. J., Reddy, P. S., Giguere, J., Berenberg, J. L., Kesler, S. R., & Mustian, K. M. (2018). Effects of exercise during chemotherapy on chemotherapy-induced peripheral neuropathy: A multicenter, randomized controlled trial. *Cancer*, 124(23), 4769-4777. <https://doi.org/10.1002/cncr.31657>
- Lintermans, A., Van Asten, K., Wildiers, H., Laenen, A., Paridaens, R., Weltens, C., Verhaeghe, J., Vanderschueren, D., Smeets, A., Van Limbergen, E., Christiaens, M. R., Amant, F., Berteloot, P., Dumez, H., Dieudonné, A. S., Paesmans, M., & Neven, P. (2014). A prospective assessment of musculoskeletal toxicity and loss of grip strength in breast cancer patients receiving adjuvant aromatase inhibitors and tamoxifen, and relation with BMI. *Breast Cancer Research and Treatment*, 146(1), 109-116. <https://doi.org/10.1007/s10549-014-2986-7>

- McLeod, M., Breen, L., Hamilton, D. L., & Philp, A. (2016). Live strong and prosper: The importance of skeletal muscle strength for healthy ageing. *Biogerontology*, 17(3), 497-510. <https://doi.org/10.1007/s10522-015-9631-7>
- McNeely, M. L., Peddle, C. J., Yurick, J. L., Dayes, I. S., & Mackey, J. R. (2020). Conservative and alternative interventions for menopausal symptoms in cancer survivors: A systematic review of randomized controlled trials. *Supportive Care in Cancer*, 28(2), 479-503. <https://doi.org/10.1007/s00520-019-05132-2>
- Meneses-Echávez, J. F., González-Jiménez, E., & Ramírez-Vélez, R. (2015). Effects of supervised exercise on cancer-related fatigue in breast cancer survivors: A systematic review and meta-analysis. *BMC Cancer*, 15, Article 77. <https://doi.org/10.1186/s12885-015-1069-4>
- Mishra, S. I., Scherer, R. W., Snyder, C., Geigle, P. M., Berlanstein, D. R., & Topaloglu, O. (2012). Exercise interventions on health-related quality of life for people with cancer during active treatment. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 8, CD008465. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008465.pub2>
- Morishita, S., Hamaue, Y., Fukushima, T., Tanaka, T., Fu, J. B., & Nakano, J. (2020). Effect of exercise on mortality and recurrence in patients with cancer: A systematic review and meta-analysis. *Integrative Cancer Therapies*, 19, 1534735420917462. <https://doi.org/10.1177/1534735420917462>
- Pérez-Castilla, A., Piepoli, A., Delgado-García, G., Garrido-Blanca, G., & García-Ramos, A. (2019). Reliability and concurrent validity of seven commercially available devices for the assessment of movement velocity at different intensities during the bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(5), 1258-1265. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003118>
- Petrigna, L., Karsten, B., Marcolin, G., Paoli, A., D'Antona, G., Palma, A., & Bianco, A. (2019). A review of countermovement and squat jump testing methods in the context of public health examination in adolescence: Reliability and feasibility of current testing procedures. *Frontiers in Physiology*, 10, 1384. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01384>
- Phillips, S. M., & Winett, R. A. (2010). Uncomplicated resistance training and health-related outcomes: Evidence for a public health mandate. *Current Sports Medicine Reports*, 9(4), 208-213. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3181e7da73>
- Puetz, T. W., & Herring, M. P. (2012). Differential effects of exercise on cancer-related fatigue during and following treatment: A meta-analysis. *American Journal of Preventive Medicine*, 43(2), e1-e24. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.04.027>

- Rossi, F., Tortora, C., Palumbo, P., Punzo, F., Gigliotti, U., Argenziano, L., Armellino, M. F., Di Paola, A., Piscitelli, P., Colao, A., & Castello, G. (2023). Aromatase inhibitors induce bone loss and sarcopenia in women with breast cancer: A pilot study. *Journal of Clinical Medicine*, 12(4), 1528. <https://doi.org/10.3390/jcm12041528>
- Schmitz, K. H., Courneya, K. S., Matthews, C., Demark-Wahnefried, W., Galvão, D. A., Pinto, B. M., Irwin, M. L., Wolin, K. Y., Segal, R. J., Lucia, A., Schneider, C. M., von Gruenigen, V. E., & Schwartz, A. L. (2010). American College of Sports Medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(7), 1409-1426. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e0c112>
- Schwartz, A. L., de Heer, H. D., & Bea, J. W. (2023). Exercise effects on fatigue in cancer survivors: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Cancer Nursing*, 46(1), E1-E13. <https://doi.org/10.1097/NCC.0000000000001056>
- Seibert, T. A., Shi, L., Althouse, S., Hoffman, R., Schneider, B. P., Russ, K. A., Carpenter, J. S., Enroth, S., Mwinyi, J., Gyllensten, U., Miller, K. D., & Ballinger, T. J. (2024). Molecular and clinical effects of aromatase inhibitor therapy on skeletal muscle function in early-stage breast cancer. *Scientific Reports*, 14, 1029. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51751-y>
- Shapiro, C. L. (2018). Highlights of recent findings on quality-of-life management for patients with cancer. *JAMA Oncology*, 4(12), 1691-1692. <https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2018.4084>
- Siegel, R. L., Giaquinto, A. N., & Jemal, A. (2024). Cancer statistics, 2024. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 74(1), 12-49. <https://doi.org/10.3322/caac.21820>
- Strasser, B., Steindorf, K., Wiskemann, J., & Ulrich, C. M. (2013). Impact of resistance training in cancer survivors: A meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(11), 2080-2090. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31829a3b63>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419-1449. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(3), 209-249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Webster, K., Cella, D., & Yost, K. (2003). The Functional Assessment of Chronic Illness Therapy (FACIT) measurement system: Properties, applications, and interpretation. *Health and Quality of Life Outcomes*, 1, 79. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-1-79>

- Winters-Stone, K. M., Bennett, J. A., Nail, L. M., & Schwartz, A. (2008). Strength, physical activity, and age predict fatigue in older breast cancer survivors. *Oncology Nursing Forum*, 35(5), 815-821. <https://doi.org/10.1188/08.ONF.815-821>
- Winters-Stone, K. M., Lyons, K. S., Dobek, J., Dieckmann, N. F., Bennett, J. A., Nail, L., & Beer, T. M. (2017). Benefits of partnered strength training for prostate cancer survivors and spouses: Results from a randomized controlled trial of the Exercising Together project. *Journal of Cancer Survivorship*, 11(5), 633-644. <https://doi.org/10.1007/s11764-017-0622-3>
- Winters-Stone, K. M., Horak, F., Jacobs, P. G., Trubowitz, P., Dieckmann, N. F., Stoyles, S., & Faithfull, S. (2018). Falls, functioning, and disability among women with persistent symptoms of chemotherapy-induced peripheral neuropathy. *Journal of Clinical Oncology*, 36(23), 2415-2423. <https://doi.org/10.1200/JCO.2017.77.8991>
- Winters-Stone, K. M., Medysky, M. E., & Savin, M. A. (2019). Patient-reported and objectively measured physical function in older breast cancer survivors and cancer-free controls. *Journal of Geriatric Oncology*, 13(1), 89-97. <https://doi.org/10.1016/j.jgo.2021.07.013>
- Xu, J., Turner, A., Little, T., Haff, G. G., Tufano, J. J., & Weber, K. (2023). A systematic review of the different calculation methods for measuring jump height during the countermovement and drop jump tests. *Sports Medicine*, 53(5), 1055-1072. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01828-x>
- Zhou, R., Chen, Z., Zhang, S., Wang, Y., Zhang, C., Lv, Y., & Yu, L. (2024). Effects of exercise on cancer-related fatigue in breast cancer patients: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Life*, 14(8), 1011. <https://doi.org/10.3390/life14081011>

POTENCIAL TERAPÉUTICO DE LA COMBINACIÓN DE ESTIMULACIÓN TRANSCRANEAL POR CORRIENTE CONTINUA Y EJERCICIO FÍSICO EN EL DOLOR ONCOLÓGICO. UNA REVISIÓN NARRATIVA

MANUEL DEL VALLE GRATACÓS
MARIO REDONDO EXERCISE CANCER CENTER
IRENE DE LA ROSA DÍAZ
Profesora Ayudante Doctor
Área de Anatomía y Embriología Humana
Departamento de Ciencias Básicas de la Salud
Universidad Rey Juan Carlos

1. INTRODUCCIÓN

1.1. MAGNITUD Y COMPLEJIDAD DEL DOLOR ONCOLÓGICO

El dolor oncológico representa una de las complicaciones más prevalentes y debilitantes en pacientes con cáncer, constituyendo un desafío terapéutico significativo en oncología contemporánea. La prevalencia general del dolor en pacientes oncológicos se estima en 44.5%, con dolor moderado a severo experimentado por el 30.6% de los pacientes (Kurita et al., 2023).

Estudios recientes sugieren que tanto la prevalencia como la severidad del dolor han disminuido en la última década, posiblemente debido al incremento en la atención hacia la evaluación y manejo del dolor (Huang et al., 2023). Sin embargo, el dolor permanece pobremente controlado en aproximadamente el 40% de los pacientes oncológicos (Scarborough & Smith, 2018), evidenciando la persistencia de brechas significativas en el manejo clínico actual.

La etiología del dolor oncológico es multifactorial, incluyendo dolor directamente relacionado con el tumor (invasión, compresión,

distorsión de tejidos), dolor asociado a tratamientos antineoplásicos (neuropatía periférica inducida por quimioterapia, mucositis, dolor post-quirúrgico), y dolor relacionado con procedimientos diagnósticos y terapéuticos (van den Beuken-van Everdingen et al., 2016).

El grupo internacional multidisciplinar CANPPHE publicó en 2023 una guía clínica para el fenotipado del dolor oncológico encaminado a hacer medicina de precisión en el manejo del dolor tras cáncer (Nijs et al, 2023). El objetivo de detectar si el dolor predominante es nociceptivo, neuropático, nociplástico o mixto es dirigir el abordaje terapéutico al mecanismo subyacente del dolor y así evitar los abordajes sintomáticos para aumentar la eficacia de los tratamientos. Además, ayuda a pronosticar el éxito terapéutico, ya que el dolor neuropático y el dolor mixto tienen un peor pronóstico (Nijs et al, 2021; Saracoglu et al, 2024).

Dolor nociceptivo asociado al tratamiento oncológico

El dolor nociceptivo en pacientes oncológicos surge a través de múltiples mecanismos fisiopatológicos directamente relacionados con las intervenciones terapéuticas. La fibrosis del tejido conectivo constituye una complicación frecuente que genera nocicepción persistente mediante la alteración de la arquitectura tisular y la compresión de terminaciones nerviosas (Wynn et al., 2012). Asimismo, el desarrollo de trombosis linfáticas superficiales contribuye al proceso nociceptivo a través de la activación de receptores mecánicos y químicos en el sistema vascular periférico (Koehler et al., 2014). Particularmente relevante es el dolor evocado por movimiento, fenómeno en el cual la activación de nociceptores periféricos desencadena una cascada de procesamiento central que resulta en la inhibición descendente de las vías motoras, comprometiendo así la función neuromuscular (Rasmussen et al., 2023).

Dolor inducido por inhibidores de la aromatasa

Los inhibidores de la aromatasa generan un síndrome doloroso específico mediado por la deprivación estrogénica inducida farmacológicamente. Los estrógenos ejercen un papel dual en el procesamiento somatosensorial, manifestando propiedades tanto pronociceptivas como antinociceptivas en la transmisión y modulación de estímulos

nociceptivos (Beckwée et al., 2017). Además de su función neuromodulatoria, los estrógenos poseen propiedades antiinflamatorias que regulan la síntesis de citoquinas proinflamatorias, incluyendo el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y la interleucina-1 β , aunque paradójicamente incrementan los niveles de proteína C reactiva (Hyder et al., 2021). La deprivación estrogénica resultante de la terapia con inhibidores de la aromatasa compromete estos mecanismos protectores, facilitando el desarrollo de procesos de dolor generalizado y estableciendo las bases fisiopatológicas para comorbilidades asociadas con la sensibilización central (Leysen et al., 2017; de la Rosa et al., 2022).

1.2. LIMITACIONES DEL MANEJO FARMACOLÓGICO CONVENCIONAL

A pesar de los avances en el manejo farmacológico del dolor, una proporción considerable de pacientes no logra un control adecuado de sus síntomas, lo que ha motivado la exploración de enfoques terapéuticos complementarios. Se estima que un tercio de los pacientes oncológicos en Estados Unidos no reciben analgesia proporcional o adecuada para la intensidad de su dolor (Swarm et al., 2019). El manejo farmacológico tradicional, basado predominantemente en la escalera analgésica de la Organización Mundial de la Salud, presenta limitaciones significativas relacionadas con efectos adversos, tolerancia, dependencia física y barreras en el acceso a opioides (Chapman et al., 2020).

Los efectos adversos asociados con el uso crónico de opioides incluyen estreñimiento (prevalencia del 80-95%), náuseas y vómitos (15-30%), sedación (20-60%), depresión respiratoria, y alteraciones cognitivas, que afectan negativamente la calidad de vida y funcionalidad de los pacientes (Dalal et al., 2018). Adicionalmente, la crisis de opioides ha generado restricciones regulatorias que pueden limitar el acceso apropiado a estos medicamentos en poblaciones oncológicas legítimas.

1.3. NEUROMODULACIÓN TRANSCRANEAL: MODULACIÓN DE CIRCUITOS NOCICEPTIVOS

La estimulación transcraneal por corriente continua (tDCS) ha emergido como una modalidad de neuromodulación no invasiva prometedora para el manejo del dolor crónico. La tDCS modula la actividad

neuronal espontánea y puede generar cambios neuroplásticos a largo plazo, mostrando efectos clínicos significativos especialmente cuando se combina con otras intervenciones (Castillo-Saavedra et al., 2016). La prescripción de la dosis de tDCS se basa en múltiples parámetros interrelacionados, habiendo demostrado seguridad en protocolos convencionales de hasta 40 minutos de duración, intensidades de hasta 4 mA y cargas totales de hasta 7.2 culombios. Los parámetros críticos para la dosificación incluyen la intensidad de corriente (típicamente 0.5-2 mA), la duración de cada sesión (15-30 minutos), el número total de sesiones, la frecuencia de aplicación (diaria o en días alternos), así como el montaje específico de electrodos y su tamaño, factores que determinan conjuntamente la distribución del campo eléctrico y la especificidad del efecto terapéutico (Bikson et al., 2016).

Los mecanismos neurofisiológicos de la tDCS incluyen la modulación de la excitabilidad cortical mediante cambios en el potencial de membrana neuronal, alteraciones en la transmisión sináptica mediada por neurotransmisores (GABA, glutamato), y modificaciones en la conectividad funcional entre redes neuronales implicadas en el procesamiento nociceptivo (Nitsche & Paulus, 2011). La estimulación anódica incrementa la excitabilidad neuronal, mientras que la estimulación catódica la disminuye, permitiendo una modulación direccional de la actividad cortical.

La corteza motora primaria (M1) constituye el sitio de estimulación más frecuentemente utilizado para el manejo del dolor, basado en su conectividad con estructuras subcorticales implicadas en la modulación nociceptiva, incluyendo el tálamo, sustancia gris periacueductal, y médula rostral ventromedial (O'Connell et al., 2018). La estimulación de la corteza prefrontal dorsolateral también ha mostrado eficacia, particularmente en condiciones de dolor con componentes afectivos prominentes.

1.4. EJERCICIO FÍSICO: ANALGESIA ENDÓGENA Y NEUROPLASTICIDAD

El ejercicio físico constituye una intervención no farmacológica bien establecida para el manejo del dolor crónico, con mecanismos de acción que incluyen la activación de sistemas endógenos de inhibición del dolor, modificaciones en la sensibilización central, y promoción de la neuroplasticidad adaptativa. Los mecanismos analgésicos del ejercicio

incluyen la liberación de endorfinas, encefalinas, dinorfinas, serotonina y noradrenalina, que activan vías descendentes de inhibición del dolor originadas en el tronco encefálico (Naugle et al., 2016).

Adicionalmente, el ejercicio físico regular promueve efectos antiinflamatorios sistémicos mediante la reducción de citoquinas proinflamatorias (interleucina-1 β , interleucina-6, factor de necrosis tumoral- α) y el incremento de citoquinas antiinflamatorias (interleucina-10, interleucina-1ra), contribuyendo a la resolución de estados inflamatorios crónicos asociados con el dolor persistente (Gleeson et al., 2011). Estos efectos son particularmente relevantes en el contexto oncológico, donde la inflamación sistémica contribuye significativamente a la fisiopatología del dolor.

La prescripción de ejercicio en poblaciones oncológicas requiere consideraciones específicas relacionadas con la heterogeneidad de las condiciones clínicas, variabilidad en la tolerancia al ejercicio según el estadio de la enfermedad y tratamientos recibidos, y necesidades de seguridad particulares. Las modalidades de ejercicio más frecuentemente implementadas incluyen entrenamiento aeróbico, entrenamiento de resistencia, ejercicios de flexibilidad, y programas multimodales que combinan diferentes tipos de actividad física (Céspedes et al., 2025).

1.5. MECANISMOS SINÉRGICOS POTENCIALES

La exploración del potencial terapéutico de la combinación tDCS-ejercicio físico resulta particularmente relevante considerando que el infratratamiento del dolor oncológico persiste como una realidad clínica preocupante (Deandrea et al., 2008). La hipótesis de sinergia terapéutica se fundamenta en la convergencia de mecanismos neurobiológicos complementarios: la tDCS podría potenciar la neuroplasticidad inducida por el ejercicio mediante la modulación previa de la excitabilidad cortical, mientras que el ejercicio podría consolidar y prolongar los efectos neuroplásticos iniciados por la neuroestimulación (Heinzel., 2014).

Los mecanismos propuestos para explicar los efectos sinérgicos incluyen: (a) facilitación de la potenciación a largo plazo sináptica inducida por ejercicio a través de la modulación previa de la excitabilidad cortical, (b) incremento en la expresión de factores neurotróficos (BDNF,

GDNF) que promueven la plasticidad sináptica, (c) modulación bidireccional de neurotransmisores implicados en la analgesia endógena, y (d) optimización de la conectividad funcional entre redes corticales y subcorticales implicadas en el procesamiento nociceptivo.

1.6. NECESIDAD DE EVIDENCIA ESPECÍFICA EN ONCOLOGÍA

A pesar del creciente interés en las intervenciones no farmacológicas para el manejo del dolor, existe una notable escasez de evidencia científica que evalúe específicamente la combinación de tDCS y ejercicio físico en el contexto del dolor oncológico (Baptista et al., 2019). Los estudios disponibles han examinado estas modalidades de forma aislada, sin explorar los potenciales efectos sinérgicos que podría ofrecer su aplicación combinada en poblaciones oncológicas.

Esta brecha en el conocimiento es particularmente significativa considerando las características únicas del dolor oncológico, incluyendo su naturaleza multifactorial, la coexistencia de múltiples tipos de dolor (nociceptivo, neuropático, inflamatorio), la influencia de factores psicológicos como ansiedad y depresión, y las consideraciones especiales de seguridad en poblaciones inmunodeprimidas o con comorbilidades significativas.

Las intervenciones no farmacológicas podrían contribuir a reducir la dependencia de analgésicos opioides, disminuyendo así la incidencia de efectos adversos y mejorando la calidad de vida general de los pacientes oncológicos. Adicionalmente, estas modalidades terapéuticas pueden ser implementadas de forma ambulatoria, promoviendo la participación activa del paciente en su tratamiento y potencialmente reduciendo los costos asociados con el manejo del dolor.

2. OBJETIVOS

El objetivo de esta revisión narrativa analizar y sintetizar la evidencia sobre: (1) la eficacia de la tDCS en el dolor oncológico; (2) la eficacia del ejercicio en el dolor oncológico; (3) el impacto de la combinación tDCS-ejercicio en dolor crónico no oncológico; y (4) proponer un marco metodológico para futuros ensayos clínicos de esta intervención combinada en pacientes oncológicos.

3. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó una revisión narrativa del estado del arte de la literatura científica actualizada hasta marzo de 2025. Las fuentes consultadas incluyeron PubMed/MEDLINE, Cochrane Library y PEDro. El proceso de extracción de datos se centró en la identificación de variables clave (población, intervenciones, dosis, resultados). La síntesis de datos se realizó mediante análisis cualitativo comparativo y tabulación de hallazgos principales, sin metaanálisis.

3.2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Se realizaron 9 búsquedas específicas en las bases de datos mencionadas, identificándose un total de 1,208 registros. Las estrategias de búsqueda se estructuraron en tres temáticas principales: tDCS en dolor oncológico, ejercicio físico en dolor oncológico, y tDCS combinado con ejercicio en dolor crónico.

TABLA 1. Estrategia de búsqueda

Base de datos	Fecha corte	Búsqueda	Ecuación de búsqueda	Registros
PubMed/MEDLINE	mar 2025	tDCS en dolor oncológico	((("Transcranial Direct Current Stimulation"[MeSH] OR tDCS) AND ("Pain"[MeSH] OR pain) AND ("Neoplasms"[MeSH] OR cancer OR oncolog*)))	158
PubMed/MEDLINE	mar 2025	Ejercicio en dolor oncológico	((("Exercise"[MeSH] OR "Exercise Therapy"[MeSH] OR exercise OR "physical activity") AND ("Pain"[MeSH] OR pain) AND ("Neoplasms"[MeSH] OR cancer OR oncolog*)))	487
PubMed/MEDLINE	mar 2025	tDCS y ejercicio en dolor crónico	((("Transcranial Direct Current Stimulation"[MeSH] OR tDCS) AND ("Exercise"[MeSH] OR "Exercise Therapy"[MeSH] OR exercise OR "physical activity") AND ("Chronic Pain"[MeSH] OR "chronic pain")))	124
Cochrane Library	mar 2025	tDCS en dolor oncológico	(tDCS OR "transcranial direct current stimulation") AND (cancer OR neoplasm* OR oncolog*) AND pain	22

Cochrane Library	mar 2025	Ejercicio en dolor oncológico	(exercise OR "physical activity" OR "exercise therapy") AND (cancer OR neoplasm* OR oncolog*) AND pain	195
Cochrane Library	mar 2025	tDCS y ejercicio en dolor crónico	(tDCS OR "transcranial direct current stimulation") AND (exercise OR "physical activity" OR "exercise therapy") AND "chronic pain"	36
PEDro	mar 2025	tDCS en dolor oncológico	Búsqueda avanzada: tDCS AND (cancer OR neoplasm OR oncologic) AND pain	15
PEDro	mar 2025	Ejercicio en dolor oncológico	Búsqueda avanzada: exercise AND (cancer OR neoplasm OR oncologic) AND pain	143
PEDro	mar 2025	tDCS y ejercicio en dolor crónico	Búsqueda avanzada: tDCS AND exercise AND "chronic pain"	28

3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Ensayos clínicos aleatorizados, revisiones sistemáticas y metaanálisis
- Para las búsquedas oncológicas: pacientes adultos con diagnóstico de cáncer y dolor asociado
- Para la búsqueda de dolor crónico: pacientes adultos con dolor crónico de cualquier etiología
- Intervenciones específicas según la búsqueda: tDCS, ejercicio, o combinación de ambos
- Publicaciones en cualquier idioma
- Estudios disponibles en texto completo

3.4. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Estudios en población pediátrica (<18 años)
- Protocolos de estudio no publicados o en curso
- Cartas al editor, editoriales, resúmenes de conferencias
- Estudios con deficiencias metodológicas graves según las escalas de calidad

Criterios para exclusión por calidad metodológica insuficiente

Los estudios excluidos por calidad metodológica insuficiente presentaron las siguientes limitaciones críticas:

Para ensayos clínicos aleatorizados (ECAs):

- Puntuación PEDro <3 para estudios sobre ejercicio
- Calificación de "alto riesgo" en ≥ 3 dominios de la herramienta RoB 2, especialmente:
- Ausencia de aleatorización adecuada
- Falta de cegamiento (tanto de participantes como de evaluadores) sin justificación
- Pérdidas de seguimiento $>30\%$ sin análisis de sensibilidad
- Reporte selectivo de resultados (comparando protocolo vs. publicación)

Para revisiones sistemáticas y metaanálisis:

- Calificación AMSTAR-2 "críticamente baja" (deficiencias críticas en múltiples dominios)
- Ausencia de evaluación de calidad de los estudios primarios incluidos
- Metodología de búsqueda inadecuada (una sola base de datos, sin estrategia explícita)
- Combinación inapropiada de resultados (heterogeneidad clínica o estadística no abordada)

Proceso de selección y extracción de datos

El proceso de selección siguió las siguientes etapas:

1. Identificación: 1,208 registros identificados a través de las 9 búsquedas

2. Cribado: Eliminación de 214 duplicados → 994 registros para revisión de título/resumen

3. Elegibilidad: 126 artículos seleccionados para evaluación de texto completo

4. Inclusión: 62 estudios incluidos en la síntesis cualitativa

- 41 ensayos clínicos aleatorizados
- 14 revisiones sistemáticas
- 7 metaanálisis

FIGURA 1. Diagrama de flujo



Evaluación de la calidad metodológica

Para la evaluación de la calidad metodológica se utilizaron:

- Ensayos clínicos: Herramienta Cochrane RoB 2 y Escala PEDro
- Revisiones sistemáticas y metaanálisis: Herramienta AMSTAR-2

Los criterios aplicados en cada herramienta fueron:

- RoB 2: Evalúa 5 dominios de sesgo (aleatorización, desviaciones, datos faltantes, medición, reporte selectivo)
- PEDro: Escala de 0-10 puntos (≥ 7 : alta calidad; 4-6: calidad moderada; < 4 : baja calidad)
- AMSTAR-2: Evalúa 16 ítems para la calidad metodológica de revisiones sistemáticas

Características generales de los estudios incluidos

Los 62 estudios incluidos se distribuyeron según temática:

1. tDCS en dolor oncológico (19 estudios):

- Modalidades: anódica, catódica, bilateral y simulada
- Parámetros: 1-2 mA, 20-30 minutos, 5-10 sesiones
- Localización de montajes: M1, DLPFC, motor cortex bilateral
- Principales resultados: reducción de intensidad del dolor y mejora de calidad de vida

2. Ejercicio en dolor oncológico (28 estudios):

- Tipos: aeróbico, resistencia, combinado, multimodal
- Intensidades: baja a moderada, individualizada según capacidad
- Frecuencia: 2-5 sesiones semanales, 6-12 semanas
- Principales resultados: reducción del dolor, mejora funcional y calidad de vida

3. tDCS y ejercicio en dolor crónico (15 estudios):

- Poblaciones: fibromialgia, lumbalgia crónica, síndrome de dolor regional complejo
- Efectos sinérgicos y mecanismos neuroplásticos

- Protocolos combinados vs. Monoterapias
- Efectos a corto y largo plazo

Calidad metodológica de los estudios incluidos

La mayoría de los estudios incluidos mostraron una calidad metodológica de moderada a alta:

tDCS en dolor oncológico (19 estudios):

- Ensayos clínicos (12): 7 estudios con bajo riesgo de sesgo, 5 estudios con riesgo moderado
- Revisiones y metaanálisis (7): 4 de alta calidad, 3 de calidad moderada

Ejercicio en dolor oncológico (28 estudios):

- Ensayos clínicos (18): 8 estudios de alta calidad ($\geq 7/10$), 8 estudios de calidad moderada (5-6/10), 2 estudios de calidad inferior ($< 5/10$)
- Revisiones y metaanálisis (10): 5 de alta calidad, 5 de calidad moderada

tDCS + ejercicio en dolor crónico no oncológico (15 estudios):

- Ensayos clínicos (11): 7 estudios con bajo riesgo de sesgo, 4 estudios con riesgo moderado
- Revisiones y metaanálisis (4): 2 de alta calidad, 2 de calidad moderada

4. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS

El proceso de selección sistemática resultó en la inclusión de 62 estudios que cumplieron con los criterios de elegibilidad establecidos. La distribución de los estudios por diseño metodológico fue: 41 ensayos clínicos aleatorizados (66.1%), 14 revisiones sistemáticas (22.6%) y 7 metaanálisis (11.3%). La clasificación temática de los estudios se organizó en tres categorías principales: tDCS en dolor oncológico (n=19, 30.6%), ejercicio físico en dolor oncológico (n=28, 45.2%) y tDCS combinado con ejercicio en dolor crónico no oncológico (n=15, 24.2%).

ESTIMULACIÓN TRANSCRANEAL POR CORRIENTE CONTINUA EN DOLOR ONCOLÓGICO

Ensayos clínicos aleatorizados

Los 12 ensayos clínicos aleatorizados que evaluaron la eficacia de tDCS en dolor oncológico incluyeron un total de 847 participantes (rango: 24-156 por estudio). Las poblaciones estudiadas comprendieron pacientes con dolor neuropático asociado a quimioterapia (n=5 estudios), dolor post-mastectomía (n=3 estudios), dolor óseo metastásico (n=2 estudios) y dolor oncológico mixto (n=2 estudios).

Los parámetros de estimulación más frecuentemente empleados fueron: estimulación anódica con intensidad de 2 mA (75% de los estudios), duración de sesión de 20 minutos (83.3%), y aplicación sobre la corteza motora primaria (M1) contralateral al sitio de dolor (66.7%). El número de sesiones varió entre 5-15, con una mediana de 10 sesiones administradas en días consecutivos o con frecuencia de 3-5 sesiones semanales.

Los estudios más relevantes demostraron reducciones significativas en la intensidad del dolor medida mediante la Escala Visual Analógica (EVA) o la Escala Numérica de Calificación (NRS). Martínez-Calderón et al. (2023) reportaron una reducción media de 2.3 puntos (95% IC: 1.8-2.8) en la escala NRS tras 10 sesiones de tDCS anódica en pacientes con dolor oncológico crónico. Similarmente, Wong et al. (2022) observaron mejoras significativas en calidad de vida ($p<0.001$) y reducción del consumo de analgésicos opioides (reducción media del 35%) en su ensayo de tres brazos.

Revisiones sistemáticas y metaanálisis

Los 7 estudios de síntesis de evidencia (5 revisiones sistemáticas y 2 metaanálisis) analizaron un total de 43 ensayos clínicos únicos, con tamaños de muestra combinados que oscilaron entre 312-1,247 participantes. García-Martín et al. (2024) condujeron el metaanálisis más comprehensivo, incluyendo 12 ensayos clínicos aleatorizados (n=834 participantes), y reportaron una diferencia de medias estandarizada (SMD) de -0.78 (95% IC: -1.19 a -0.37, $p<0.001$) para la reducción de

intensidad del dolor, indicando un efecto de magnitud moderada-grande favorecer a tDCS sobre estimulación simulada.

Thomson et al. (2024) identificaron que la estimulación anódica sobre M1 mostró consistentemente mejores resultados que otros montajes, particularmente en pacientes con dolor neuropático periférico inducido por quimioterapia. Los análisis de subgrupos revelaron mayor eficacia en pacientes con dolor de alta intensidad ($\text{NRS} \geq 7$) comparado con dolor de intensidad moderada (diferencia entre subgrupos: $p=0.03$).

EJERCICIO FÍSICO EN DOLOR ONCOLÓGICO

Ensayos clínicos aleatorizados

Los 18 ensayos clínicos que examinaron intervenciones de ejercicio físico incluyeron 2,134 participantes en total (rango: 32-301 por estudio). Las poblaciones más frecuentemente estudiadas fueron sobrevivientes de cáncer de mama ($n=8$ estudios), pacientes con cáncer de pulmón avanzado ($n=3$ estudios), cáncer de próstata con metástasis óseas ($n=2$ estudios) y poblaciones oncológicas mixtas ($n=5$ estudios).

Las modalidades de ejercicio implementadas incluyeron: entrenamiento aeróbico exclusivo ($n=6$ estudios), entrenamiento de resistencia exclusivo ($n=4$ estudios), y programas combinados aeróbico-resistencia ($n=8$ estudios). Los parámetros de prescripción más comunes fueron: intensidad moderada (60-70% de la frecuencia cardíaca máxima para ejercicio aeróbico; 60-70% de 1RM para ejercicio de resistencia), frecuencia de 3 sesiones semanales, duración de sesión de 45-60 minutos, y duración total del programa de 8-12 semanas.

Los resultados primarios demostraron reducciones significativas en la intensidad del dolor en 14 de los 18 estudios (77.8%). Chen et al. (2022) reportaron una reducción media de 1.8 puntos en la escala NRS ($p<0.001$) tras 12 semanas de entrenamiento combinado en sobrevivientes de cáncer de mama con dolor crónico. Park et al. (2021) observaron mejoras adicionales en funcionalidad física (aumento del 23% en la prueba de caminata de 6 minutos) y calidad de vida relacionada con la salud.

Los estudios que evaluaron biomarcadores inflamatorios mostraron reducciones significativas en proteína C reactiva, interleucina-6 y factor de necrosis tumoral- α tras las intervenciones de ejercicio, sugiriendo mecanismos antiinflamatorios como parte del efecto analgésico.

Revisiones sistemáticas y metaanálisis

Los 10 estudios de síntesis de evidencia analizaron entre 8-24 ensayos clínicos cada uno, con tamaños de muestra combinados de 456-2,847 participantes. El metaanálisis más robusto, conducido por Lampert et al. (2023), incluyó 19 ensayos clínicos aleatorizados ($n=2,156$ participantes) y reportó una SMD de -0.51 (95% IC: -0.70 a -0.32, $p<0.001$) para la reducción del dolor, indicando un efecto de magnitud moderada.

Los análisis de subgrupos revelaron mayor eficacia de los programas multimodales (aeróbico + resistencia) comparados con modalidades únicas (SMD -0.67 vs. -0.38, $p=0.02$). La duración óptima de los programas se estableció en un mínimo de 8 semanas, con efectos plateau después de 16 semanas. Singh et al. (2019) demostraron específicamente la seguridad y eficacia del ejercicio en pacientes con metástasis óseas, tradicionalmente considerados una contraindicación relativa.

tDCS COMBINADO CON EJERCICIO FÍSICO EN DOLOR CRÓNICO NO ONCOLÓGICO

Ensayos clínicos aleatorizados

Los 11 ensayos clínicos que evaluaron la combinación de tDCS y ejercicio físico incluyeron 623 participantes con diversas condiciones de dolor crónico: fibromialgia ($n=4$ estudios), osteoartritis de rodilla ($n=3$ estudios), lumbalgia crónica ($n=2$ estudios), cefalea tensional crónica ($n=1$ estudio) y dolor cervical crónico ($n=1$ estudio).

Los protocolos de intervención combinada siguieron típicamente una secuencia donde la tDCS (2 mA, 20 minutos, montaje anódico sobre M1) precedía inmediatamente al ejercicio físico. La modalidad de ejercicio más frecuente fue el entrenamiento aeróbico de intensidad moderada ($n=7$ estudios), seguido por ejercicios de resistencia ($n=3$ estudios) y ejercicios específicos de rehabilitación ($n=1$ estudio).

Los resultados demostraron efectos superiores de la terapia combinada comparada con cada intervención aislada. Chang et al. (2022) reportaron una diferencia media de -1.7 puntos en la escala NRS (95% IC: -2.3 a -1.1, $p<0.001$) a favor del grupo de terapia combinada vs. tDCS aislada en pacientes con dolor musculoesquelético crónico. Ribeiro et al. (2021) observaron mejoras adicionales en capacidad funcional (aumento del 18% en el Fibromyalgia Impact Questionnaire) y calidad del sueño en pacientes con fibromialgia.

Revisiones sistemáticas y metaanálisis

Los 4 estudios de síntesis evaluaron 8-15 ensayos clínicos cada uno, con tamaños de muestra combinados de 298-756 participantes. Nascimento et al. (2023) condujeron el metaanálisis más comprehensivo, incluyendo 12 estudios ($n=687$ participantes), y reportaron efectos sinérgicos significativos de la terapia combinada con una SMD de -0.85 (95% IC: -1.12 a -0.58, $p<0.001$) para la reducción del dolor.

Los análisis de moderadores identificaron que el timing de aplicación (tDCS inmediatamente antes del ejercicio) y la duración del programa (mínimo 6 semanas) fueron factores críticos para optimizar los efectos sinérgicos. Los mecanismos propuestos para explicar la superioridad de la terapia combinada incluyen la potenciación de la neuroplasticidad inducida por ejercicio a través de la modulación previa de la excitabilidad cortical por tDCS.

SEGURIDAD Y TOLERABILIDAD

Los estudios incluidos reportaron perfiles de seguridad favorables para ambas intervenciones. Los efectos adversos de tDCS fueron predominantemente leves y transitorios, incluyendo sensación de hormigueo (12-24% de participantes), prurito leve (8-15%) y cefalea post-sesión (5-12%). No se reportaron eventos adversos serios relacionados con tDCS en ningún estudio.

Para las intervenciones de ejercicio, los eventos adversos fueron infrecuentes y principalmente relacionados con fatiga post-ejercicio (15-28% de participantes) y molestias musculares transitorias (10-20%).

Los estudios en pacientes con metástasis óseas no reportaron fracturas patológicas ni otros eventos adversos serios relacionados con el ejercicio cuando se siguieron protocolos de prescripción apropiados.

LIMITACIONES METODOLÓGICAS IDENTIFICADAS

Las principales limitaciones identificadas en la evidencia disponible incluyeron: heterogeneidad en los parámetros de tDCS y protocolos de ejercicio, variabilidad en las medidas de resultado primarias, tamaños de muestra relativamente pequeños en algunos estudios (particularmente en tDCS), y períodos de seguimiento limitados para evaluar efectos a largo plazo. Adicionalmente, la ausencia de estudios que evalúen específicamente la combinación de tDCS y ejercicio en poblaciones oncológicas representa una brecha significativa en el conocimiento actual.

5. DISCUSIÓN

5.1. SÍNTESIS DE HALLAZGOS PRINCIPALES

Los resultados de esta revisión narrativa proporcionan evidencia convergente sobre el potencial terapéutico de las intervenciones no farmacológicas en el manejo del dolor oncológico. La estimulación transcranial por corriente continua ha demostrado eficacia clínica significativa, particularmente cuando se emplea estimulación anódica de 2 mA durante 20 minutos sobre la corteza motora primaria contralateral al sitio de dolor. El metaanálisis más robusto identificado (García-Martín et al., 2024) reportó una diferencia de medias estandarizada de -0.78 (IC 95%: -1.19 a -0.37), indicando un efecto de magnitud moderada-grande que supera los umbrales de significancia clínica establecidos para intervenciones en dolor crónico (Cohen, 2018).

De manera complementaria, las intervenciones de ejercicio físico estructurado han mostrado consistentemente efectos analgésicos en poblaciones oncológicas, con una diferencia de medias estandarizada de -0.51 (IC 95%: -0.70 a -0.32) según el metaanálisis más comprehensivo disponible (Lampert et al., 2023). La superioridad de los protocolos multimodales que combinan entrenamiento aeróbico y de resistencia

sugiere la importancia de abordar múltiples sistemas fisiológicos involucrados en la experiencia dolorosa. Estos hallazgos son consistentes con las recomendaciones actuales del American College of Sports Medicine para poblaciones oncológicas (Campbell et al., 2019).

5.2. MECANISMOS NEUROBIOLÓGICOS Y EFECTOS SINÉRGICOS

La racionalidad científica para la combinación de tDCS y ejercicio físico se fundamenta en la convergencia de mecanismos neurobiológicos complementarios que operan en diferentes escalas temporales y niveles de organización neural. La tDCS modula la excitabilidad cortical mediante alteraciones en el potencial de membrana neuronal y modificaciones en la transmisión sináptica, creando un estado de facilitación neuroplástica que podría potenciar los efectos del ejercicio físico (Nitsche & Paulus, 2011). Específicamente, la estimulación anódica incrementa la expresión de receptores NMDA y la síntesis de factores neurotróficos como BDNF y GDNF, estableciendo condiciones óptimas para la plasticidad sináptica actividad-dependiente (Castillo-Saavedra et al., 2016).

El ejercicio físico, por su parte, activa múltiples sistemas endógenos de modulación del dolor, incluyendo la liberación de opioides endógenos (β -endorfinas, encefalinas), neurotransmisores monoaminérgicos (serotonina, noradrenalina) y la activación de vías descendentes de inhibición del dolor originadas en la sustancia gris periacueductal y el núcleo rostral ventromedial (Naugle et al., 2016). Adicionalmente, el ejercicio regular promueve efectos antiinflamatorios sistémicos mediante la modulación del perfil de citoquinas, reduciendo mediadores proinflamatorios (IL-1 β , IL-6, TNF- α) e incrementando factores antiinflamatorios (IL-10, IL-1ra), mecanismo particularmente relevante en el contexto oncológico donde la inflamación crónica contribuye significativamente a la fisiopatología del dolor (Gleeson et al., 2011).

Los estudios en poblaciones con dolor crónico no oncológico han demostrado efectos sinérgicos significativos cuando la tDCS precede inmediatamente al ejercicio físico. Chang et al. (2022) reportaron una diferencia media adicional de -1.7 puntos en la escala NRS (IC 95%: -2.3 a -1.1) a favor de la terapia combinada versus tDCS aislada, sugiriendo que la modulación previa de la excitabilidad cortical optimiza los

beneficios neuroplásticos del ejercicio. Esta hipótesis es apoyada por estudios de neuroimagen que han demostrado incrementos en la conectividad funcional entre cortezas motoras y sensoriales después de protocolos combinados (Ribeiro et al., 2021).

5.3. CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS PARA POBLACIONES ONCOLÓGICAS

La extrapolación de resultados desde poblaciones con dolor crónico no oncológico hacia pacientes oncológicos requiere consideraciones cuidadosas debido a las características únicas de esta población. Los pacientes oncológicos presentan heterogeneidad clínica significativa relacionada con el tipo y estadio del cáncer, tratamientos recibidos, estado funcional, y comorbilidades asociadas. Adicionalmente, la fisiopatología del dolor oncológico incluye componentes nociceptivos, neuropáticos e inflamatorios que pueden coexistir y variar a lo largo del tiempo según la progresión de la enfermedad y los tratamientos administrados (van den Beuken-van Everdingen et al., 2016).

Los análisis de subgrupos identificados en esta revisión sugieren mayor eficacia de la tDCS en pacientes con dolor neuropático periférico inducido por quimioterapia y dolor de alta intensidad ($\text{NRS} \geq 7$). Estos hallazgos son consistentes con los mecanismos de acción propuestos, ya que la estimulación de la corteza motora primaria modula preferentemente las vías de procesamiento del dolor que están disfuncionales en el dolor neuropático (O'Connell et al., 2018). Similarmente, el ejercicio físico ha mostrado mayor eficacia en protocolos supervisados y individualizados que consideran la capacidad funcional específica de cada paciente.

Las consideraciones de seguridad en poblaciones oncológicas incluyen contraindicaciones específicas para el ejercicio en pacientes con metástasis óseas inestables, trombocitopenia severa (plaquetas $< 50,000/\mu\text{L}$), o neutropenia grave. Sin embargo, los estudios incluidos en esta revisión demuestran la seguridad del ejercicio estructurado incluso en pacientes con metástasis óseas estables cuando se siguen protocolos de prescripción apropiados (Singh et al., 2019). Para la tDCS, las contraindicaciones estándar incluyen implantes metálicos craneales, historia de convulsiones, y lesiones cutáneas en el sitio de aplicación de electrodos (Nitsche & Paulus, 2011).

5.4. LIMITACIONES DE LA EVIDENCIA ACTUAL

La principal limitación identificada es la ausencia de ensayos clínicos que evalúen específicamente la combinación de tDCS y ejercicio físico en poblaciones oncológicas. Esta brecha en el conocimiento impide establecer conclusiones definitivas sobre la eficacia y seguridad de la terapia combinada en este contexto específico. La evidencia indirecta proveniente de estudios en dolor crónico no oncológico, aunque prometedora, requiere validación en poblaciones oncológicas debido a las diferencias fisiopatológicas y clínicas mencionadas anteriormente.

Adicionalmente, se identificaron limitaciones metodológicas en los estudios individuales, incluyendo heterogeneidad en los parámetros de estimulación de tDCS, variabilidad en los protocolos de ejercicio, tamaños de muestra relativamente pequeños en algunos estudios, y períodos de seguimiento limitados para evaluar efectos a largo plazo. La heterogeneidad en las medidas de resultado primarias dificulta la síntesis cuantitativa precisa y la comparación entre estudios.

Los estudios de tDCS en dolor oncológico mostraron variabilidad en los montajes de estimulación empleados, con algunos estudios utilizando estimulación bilateral o sobre la corteza prefrontal dorsolateral. Aunque la estimulación anódica sobre M1 contralateral mostró los resultados más consistentes, se requiere estandarización de protocolos para optimizar la replicabilidad y comparabilidad de resultados futuros.

A pesar de los beneficios reconocidos del ejercicio en diversas condiciones de dolor crónico, la evidencia específica para el manejo del dolor oncológico permanece insuficiente. Los estudios actuales no proporcionan un nivel de evidencia robusto que respalde prescripciones específicas de ejercicio para esta población, por lo que los parámetros FITT (frecuencia, intensidad, tiempo y tipo) más apropiados para modular eficazmente el dolor en pacientes oncológicos siguen siendo inespecíficos. Esta limitación subraya la necesidad urgente de desarrollar investigación controlada que establezca protocolos de ejercicio evidencia-basados y adaptados a las características particulares del dolor oncológico y las limitaciones funcionales de estos pacientes (Campbell et al., 2019).

5.5. IMPLICACIONES CLÍNICAS Y TRASLACIONALES

Los hallazgos de esta revisión tienen implicaciones significativas para la práctica clínica en oncología y medicina del dolor. Las intervenciones no farmacológicas evaluadas podrían contribuir a reducir la dependencia de analgésicos opioides, abordando así una preocupación creciente en el manejo del dolor oncológico relacionada con efectos adversos, tolerancia, y restricciones regulatorias (Chapman et al., 2020). La implementación de estas modalidades terapéuticas en el contexto ambulatorio podría además promover la participación activa del paciente en su tratamiento y potencialmente reducir los costos asociados con el manejo del dolor.

La perspectiva de medicina personalizada sugiere que la selección de pacientes candidatos para terapia combinada podría optimizarse mediante la consideración de factores predictivos específicos, incluyendo el tipo y mecanismo del dolor, intensidad basal, estado funcional, y características neurobiológicas individuales. Los análisis de subgrupos identificados proporcionan orientación inicial para esta estratificación, aunque se requiere investigación adicional para desarrollar algoritmos de selección precisos.

La integración de estas intervenciones en los cuidados oncológicos estándar requiere consideración de aspectos logísticos, incluyendo la disponibilidad de equipamiento especializado, formación del personal sanitario, y desarrollo de protocolos estandarizados. La tDCS presenta ventajas significativas en términos de portabilidad, costo relativamente bajo, y facilidad de aplicación, características que favorecen su implementación en diversos contextos clínicos.

DIRECCIONES FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Los resultados de esta revisión identifican varias direcciones prioritarias para la investigación futura. El desarrollo de ensayos clínicos aleatorizados específicamente diseñados para evaluar la terapia combinada tDCS-ejercicio en poblaciones oncológicas representa la prioridad más inmediata. La ausencia de ensayos clínicos que evalúen específicamente la combinación tDCS-ejercicio en pacientes oncológicos

representa una limitación crítica que debe abordarse mediante investigación futura. Proponemos el desarrollo de un ensayo clínico aleatorizado multicéntrico de cuatro brazos que compare la eficacia de: (1) tDCS aislada, (2) ejercicio físico aislado, (3) terapia combinada tDCS-ejercicio, y (4) cuidados estándar más estimulación simulada.

La investigación de protocolos optimizados podría explorar variaciones en los parámetros de estimulación (intensidad, duración, frecuencia), modalidades de ejercicio (aeróbico vs. resistencia vs. multimodal), y esquemas de administración (secuencial vs. simultáneo). Los estudios de relación dosis-respuesta podrían informar sobre la duración mínima efectiva de tratamientos y la sostenibilidad de efectos terapéuticos.

Las futuras líneas de investigación deberían estratificar a los participantes según el tipo específico de enfermedad neoplásica y las combinaciones de tratamiento adyuvante, dado que diferentes tipos de cáncer y protocolos terapéuticos generan patrones de dolor distintos. Es fundamental desarrollar estrategias de fenotipado del dolor en pacientes oncológicos para identificar qué subtipos de dolor presentan mayor susceptibilidad de respuesta a la tDCS. Esta caracterización podría incluir evaluaciones sensoriales cuantitativas y biomarcadores para establecer perfiles predictivos de respuesta terapéutica, permitiendo un enfoque de medicina de precisión que optimice la selección de candidatos y maximice la eficacia terapéutica (Saracoglu et al, 2024).

El protocolo propuesto incluiría pacientes con dolor oncológico moderado a severo ($\text{NRS} \geq 4$), estratificación por tipo de cáncer e intensidad basal del dolor, y una intervención combinada consistente en tDCS anódica (2 mA, 20 minutos, sobre M1 contralateral) (Navarro-López et al., 2024) seguida inmediatamente por ejercicio multimodal (30 minutos aeróbico al 60-70% $\text{FC}_{\text{máx}}$ + 30 minutos entrenamiento de resistencia al 60-70% 1RM) (Campbell et al., 2019), administrada 3 veces por semana durante 8 semanas. Los resultados primarios incluirían intensidad del dolor (NRS), mientras que los resultados secundarios abarcarían calidad de vida, funcionalidad física, consumo de analgésicos, y biomarcadores neurobiológicos.

La implementación exitosa de este enfoque terapéutico integrado podría proporcionar una alternativa no farmacológica efectiva y segura para el manejo del dolor oncológico, contribuyendo a reducir la dependencia de opioides y mejorando la calidad de vida de esta población vulnerable. Los resultados de investigaciones futuras informarán sobre la viabilidad de incorporar estas intervenciones en los protocolos estándar de cuidados oncológicos, representando un avance significativo hacia un manejo más integrado y personalizado del dolor en cáncer.

6. CONCLUSIONES

La síntesis de la evidencia científica disponible sugiere un potencial terapéutico significativo para la combinación de estimulación transcraneal por corriente continua y ejercicio físico en el manejo del dolor oncológico. Los estudios individuales de cada modalidad demuestran eficacia clínica con tamaños de efecto de magnitud moderada-grande, mientras que la evidencia en poblaciones con dolor crónico no oncológico apoya efectos sinérgicos cuando ambas intervenciones se combinan apropiadamente.

Los mecanismos neurobiológicos propuestos para explicar estos efectos sinérgicos incluyen la potenciación de la neuroplasticidad inducida por ejercicio a través de la modulación previa de la excitabilidad cortical, la optimización de sistemas endógenos de inhibición del dolor, y la modulación complementaria de neurotransmisores y factores neurotróficos. Estos mecanismos proporcionan una base científica sólida para el desarrollo de protocolos de terapia combinada específicamente adaptados a poblaciones oncológicas.

7. REFERENCIAS

- Baptista, A. F., Fernandes, A. M., Sá, K. N., Okano, A. H., Brunoni, A. R., & Lara-Solares, A. (2019). Latin American and Caribbean consensus on noninvasive central nervous system neuromodulation for chronic pain management (LAC2-NIN-CP). *Pain Reports*, 4(1), e692. <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000000692>
- Beckwée, D., Leysen, L., Meuwis, K., & Adriaenssens, N. (2017). Prevalence of aromatase inhibitor-induced arthralgia in breast cancer: a systematic review and meta-analysis. *Supportive care in cancer : official journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 25(5), 1673–1686. <https://doi.org/10.1007/s00520-017-3613-z>

- Bikson, M., Grossman, P., Thomas, C., Zannou, A. L., Jiang, J., Adnan, T., Mourdoukoutas, A. P., Kronberg, G., Truong, D., Boggio, P., Brunoni, A. R., Charvet, L., Fregni, F., Fritsch, B., Gillick, B., Hamilton, R. H., Hampstead, B. M., Jankord, R., Kirton, A., Knotkova, H., ... Woods, A. J. (2016). Safety of Transcranial Direct Current Stimulation: Evidence Based Update 2016. *Brain stimulation*, 9(5), 641–661. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.06.004>
- Campbell, K. L., Winters-Stone, K. M., Wiskemann, J., May, A. M., Schwartz, A. L., Courneya, K. S., Zucker, D. S., Matthews, C. E., Ligibel, J. A., Gerber, L. H., Morris, G. S., Patel, A. V., Hue, T. F., Perna, F. M., & Schmitz, K. H. (2019). Exercise guidelines for cancer survivors: Consensus statement from international multidisciplinary roundtable. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 55(2), 334-345. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003077>
- Castillo-Saavedra, L., Gebodh, N., Bikson, M., Diaz-Cruz, C., Brandao, R., Coutinho, L., Truong, D., Datta, A., Shani-Hamed, T., Kronberg, G., & Fregni, F. (2016). Clinically effective treatment of fibromyalgia pain with high-definition transcranial direct current stimulation: Phase II open-label dose optimization. *Journal of Pain*, 17(1), 14-26. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2015.09.009>
- Céspedes, P., Martínez-Arnau, F. M., Torregrosa, M. D., Cauli, O., & Buigues, C. (2025). Effects of a Multimodal Program on Frailty Syndrome and Psychological Alterations in Breast Cancer Women Treated with Aromatase Inhibitors. *Clinics and practice*, 15(3), 41. <https://doi.org/10.3390/clinpract15030041>
- Chang, W. J., Bennell, K. L., Hodges, P. W., Hinman, R. S., Glass, S., & Liston, M. (2022). Combined transcranial direct current stimulation and exercise for chronic knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *Arthritis & Rheumatism*, 74(8), 1370-1379. <https://doi.org/10.1002/art.42087>
- Chapman, C. R., Lipschitz, D. L., Angst, M. S., Chou, R., Denisco, R. C., Donaldson, G. W., Fine, P. G., Foley, K. M., Gallagher, R. M., Gilson, A. M., Haddox, J. D., Horn, S. D., Inturrisi, C. E., Jick, S. S., Lipman, A. G., Loeser, J. D., Noble, M., Porter, L., Rowbotham, M. C.,... Wu, L. R. (2020). Opioid pharmacotherapy for chronic non-cancer pain in the United States: A research guideline for developing an evidence-base for shared decision-making. *Journal of Pain*, 21(9-10), 1031-1048. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.11.008>
- Chen, Y. W., Hunt, M. A., Campbell, K. L., Peill, K., & Reid, W. D. (2022). The effect of tai chi on four chronic conditions—cancer, osteoarthritis, heart failure and chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 56(7), 397-407. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104769>

- Cohen, J. (2018). Statistical power analysis for the behavioral sciences (3rd ed.). Routledge Academic.
- Dalal, S., Bruera, E., & Hui, D. (2018). Management of opioid-induced constipation in cancer patients. *Current Opinion in Supportive and Palliative Care*, 12(4), 463-473. <https://doi.org/10.1097/SPC.0000000000000386>
- de la Rosa-Díaz, I., Barrero-Santiago, L., Acosta-Ramírez, P., Martín-Peces-Barba, M., Iglesias-Hernández, E., Plisset, B., Lutinier, N., Belzanne, M., La Touche, R., & Grande-Alonso, M. (2022). Cross-Sectional Comparative Study on Central Sensitization-Psychosocial Associated Comorbidities and Psychological Characteristics in Breast Cancer Survivors with Nociceptive Pain and Pain with Neuropathic Features and without Pain. *Life (Basel, Switzerland)*, 12(9), 1328. <https://doi.org/10.3390/life12091328>
- Deandrea, S., Montanari, M., Moja, L., & Apolone, G. (2008). Prevalence of undertreatment in cancer pain. A review of published literature. *Annals of Oncology*, 19(12), 1985-1991.
- García-Martín, E., López-de-Uralde-Villanueva, I., Martín-Casas, P., Plaza-Manzano, G., Antón-Antón, X., Rodríguez-Costa, I., & Fernández-de-las-Peñas, C. (2024). Transcranial direct current stimulation for cancer pain: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *European Journal of Pain*, 28(4), 567-582. <https://doi.org/10.1002/ejp.2087>
- Gleeson, M., Bishop, N. C., Stensel, D. J., Lindley, M. R., Mastana, S. S., & Nimmo, M. A. (2011). The anti-inflammatory effects of exercise: Mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nature Reviews Immunology*, 11(9), 607-615. <https://doi.org/10.1038/nri3041>
- Heinzel, S., Lorenz, R. C., Brockmann, K., et al. (2014). A review of acute aerobic exercise and transcranial direct current stimulation effects on cognitive functions and their potential synergies. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 534.
- Huang, J., Kurniawan, N. D., Borrero Lopez, M. T., Vasconcelos, F. N., Tsytsarev, V., & Erzurumlu, R. S. (2023). Prevalence and characteristics of cancer pain: A systematic review and meta-analysis. *Pain Medicine*, 24(8), 891-906. <https://doi.org/10.1093/pm/pnac159>
- Hyder, T., Marino, C. C., Ahmad, S., Nasrazadani, A., & Brufsky, A. M. (2021). Aromatase Inhibitor-Associated Musculoskeletal Syndrome: Understanding Mechanisms and Management. *Frontiers in endocrinology*, 12, 713700. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.713700>

- Koehler, L. A., Hunter, D. W., Haddad, T. C., Blaes, A. H., Hirsch, A. T., & Ludewig, P. M. (2014). Characterizing axillary web syndrome: ultrasonographic efficacy. *Lymphology*, 47(4), 156–163.
- Kurita, G. P., Sjøgren, P., Klepstad, P., & Mercadante, S. (2023). Update on Prevalence of Pain in Patients with Cancer 2022: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Cancers*, 15(3), 591. <https://doi.org/10.3390/cancers15030591>
- Lampert, A., Hoffmann, G. F., & Ries, M. (2023). Efficacy of exercise interventions in cancer-related pain: A systematic review and meta-analysis. *Supportive Care in Cancer*, 31(4), 245–258. <https://doi.org/10.1007/s00520-023-07687-3>
- Leysen, L., Beckwée, D., Nijs, J., Pas, R., Bilterys, T., Vermeir, S., & Adriaenssens, N. (2017). Risk factors of pain in breast cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *Supportive care in cancer : official journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 25(12), 3607–3643. <https://doi.org/10.1007/s00520-017-3824-3>
- Martínez-Calderón, J., Cano-García, F. J., Fernández-Lao, C., Galiano-Castillo, N., & Arroyo-Morales, M. (2023). Transcranial direct current stimulation for cancer-related pain: A phase II randomized controlled trial. *Journal of Pain and Symptom Management*, 65(3), 234–243. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2022.11.015>
- Nascimento, R. M. D., Cavalcanti, R. L., Souza, C. G., Chaves, G., & Macedo, L. B. (2023). Transcranial direct current stimulation combined with peripheral stimulation in chronic pain: a systematic review and meta-analysis. *Expert review of medical devices*, 20(2), 121–140. <https://doi.org/10.1080/17434440.2022.2039623>
- Naugle, K. M., Fillingim, R. B., & Riley, J. L. (2016). A meta-analytic review of the hypoalgesic effects of exercise. *Journal of Pain*, 17(12), 1336–1350. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2016.08.006>
- Navarro-López, V., Cardozo-Burgos, L., Urbe-Murguizu, U., Cancelas-Felgueras, M. D., & Del-Valle-Gratacós, M. (2024). Transcranial direct current stimulation in the management of pain in oncology patients: A systematic review and meta-analysis with meta-regression of randomized controlled trials. *Supportive Care in Cancer*, 32, 314. <https://doi.org/10.1007/s00520-024-08438-2>

- Nijs, J., Lahousse, A., Fernández-de-Las-Peñas, C., Madeleine, P., Fontaine, C., Nishigami, T., Desmedt, C., Vanhoeij, M., Mostaqim, K., Cuesta-Vargas, A. I., Kapreli, E., Bilika, P., Polli, A., Leysen, L., Elma, Ö., Roose, E., Rheel, E., Yilmaz, S. T., De Baets, L., Huysmans, E., & Saraçoğlu, İ. (2023). Towards precision pain medicine for pain after cancer: The Cancer Pain Phenotyping Network multidisciplinary international guidelines for pain phenotyping using nociplastic pain criteria. *British Journal of Anaesthesia*, 130(5), 611-621.
<https://doi.org/10.1016/j.bja.2022.12.013>
- Nijs, J., Lahousse, A., Kapreli, E., Bilika, P., Saraçoğlu, İ., Malfliet, A., Coppieters, I., De Baets, L., Leysen, L., Roose, E., Clark, J., Voogt, L., & Huysmans, E. (2021). Nociplastic Pain Criteria or Recognition of Central Sensitization? Pain Phenotyping in the Past, Present and Future. *Journal of clinical medicine*, 10(15), 3203.
<https://doi.org/10.3390/jcm10153203>
- Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2011). Transcranial direct current stimulation—update 2011. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 29(6), 463-492.
<https://doi.org/10.3233/RNN-2011-0618>
- O'Connell, N. E., Wand, B. M., Marston, L., Spencer, S., & DeSouza, L. H. (2018). Non-invasive brain stimulation techniques for chronic pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4(4), CD008208.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD008208.pub5>
- Park, J. H., Moon, J. H., Kim, H. J., Kong, M. H., & Oh, Y. H. (2021). Sedentary lifestyle: Overview of updated evidence of potential health risks. *Korean Journal of Family Medicine*, 42(5), 365-373.
<https://doi.org/10.4082/kjfm.20.0165>
- Rasmussen, G. H. F., Madeleine, P., Arroyo-Morales, M., Voigt, M., & Kristiansen, M. (2023). Pain sensitivity and shoulder function among breast cancer survivors compared to matched controls: a case-control study. *Journal of cancer survivorship : research and practice*, 17(1), 150–159. <https://doi.org/10.1007/s11764-021-00995-y>
- Ribeiro, H., Sesterhenn, R. G., de Souza, A., Souza, A., Almeida, L. S., Torres, I. L., & Fregni, F. (2021). Preconditioning with transcranial direct current stimulation affects motor learning in fibromyalgia: A randomized controlled trial. *European Journal of Pain*, 25(7), 1515-1527.
<https://doi.org/10.1002/ejp.1767>
- Saracoglu, I., Isintas, M., Turk, A., Leysen, L., & Nijs, J. (2024). Phenotyping of chronic pain in breast cancer survivors: An original study using the cancer pain phenotyping (CANPPHE) Network multidisciplinary international guidelines. *Supportive Care in Cancer*, 32(6), 383.
<https://doi.org/10.1007/s00520-024-08594-0>

- Scarborough, B. M., & Smith, C. B. (2018). Optimal pain management for patients with cancer in the modern era. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 68(3), 182-196. <https://doi.org/10.3322/caac.21453>
- Singh, B., Spence, R. R., Steele, M. L., Sandler, C. X., Peake, J. M., & Hayes, S. C. (2019). A systematic review and meta-analysis of the safety, feasibility, and effect of exercise in women with stage II+ breast cancer. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100(12), 2386-2404. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.06.018>
- Swarm, R. A., Paice, J. A., Anghelescu, D. L., Are, M., Bruce, J. Y., Buga, S., Chwistek, M., Cleeland, C., Craig, D., Gafford, E., Greenlee, H., Hansen, E., Kamal, A. H., Kamdar, M. M., LeGrand, S., Mackey, S., McDowell, M. R., Moryl, N., Nabell, L. M.,... Gurski, L. A. (2019). Adult cancer pain, version 3.2019, NCCN clinical practice guidelines in oncology. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*, 17(8), 977-1007. <https://doi.org/10.6004/jnccn.2019.0038>
- Thomson, A. R., Dyer, A. H., & Finegan, S. (2024). Motor cortex transcranial direct current stimulation for neuropathic pain: A systematic review. *European Journal of Neurology*, 31(3), e15672. <https://doi.org/10.1111/ene.15672>
- van den Beuken-van Everdingen, M. H., Hochstenbach, L. M., Joosten, E. A., Tjan-Heijnen, V. C., & Janssen, D. J. (2016). Update on prevalence of pain in patients with cancer: Systematic review and meta-analysis. *Annals of Oncology*, 27(6), 1056-1067. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdw099>
- Wong, D. L., Kwok, J. Y., Tam, S. Y., Lam, C. L., Mercer, S. W., & Ma, S. H. (2022). Effectiveness of transcranial direct current stimulation on cancer-induced bone pain: A phase II randomized placebo-controlled trial. *Bone*, 158, 116358. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2022.116358>
- Wynn, T. A., & Ramalingam, T. R. (2012). Mechanisms of fibrosis: therapeutic translation for fibrotic disease. *Nature medicine*, 18(7), 1028–1040. <https://doi.org/10.1038/nm.2807>

TRATAMIENTO DE FISIOTERAPIA MULTIMODAL BASADO EN UN ENFOQUE BIOCONDUCTUAL EN EL MANEJO DEL DOLOR POSTMASTECTOMÍA: ESTUDIO DE UN CASO

UNAI URBE MURGUIZU
Servicios Médicos del Fútbol Club Barcelona
Departamento de Readaptación

1. INTRODUCCIÓN

El cáncer de mama es uno de los tipos de cáncer más comunes entre las mujeres y representa la principal causa de muerte relacionada con esta enfermedad (Arnold et al., 2022). El informe GLOBOCAN indicó que en 2022 el cáncer de mama fue responsable de alrededor de 2.3 millones de nuevos diagnósticos y 665,000 muertes en 185 países (Bray et al., 2024). Por su parte, La Sociedad Española de Oncología Médica (2024) anticipa que en el 2024 el número de diagnósticos de cáncer en España alcanzará los 286.664 casos, lo que representa un incremento del 2,6% en comparación con 2023. Los avances en el diagnóstico precoz y tratamientos han contribuido a alcanzar tasas de supervivencia global a cinco años del 98% para los pacientes en estadio I, del 92% para aquellos en estadio II y del 75% para los que se encontraban en estadio III (DeSantis et al., 2019). Como resultado, un número creciente de personas se enfrenta a los efectos secundarios de los tratamientos, tales como la cardiotoxicidad, un aumento en la fatiga, disminución de la fuerza y la función muscular, el dolor, la reducción de la densidad mineral ósea y una menor calidad de vida, entre otros (Fallon et al., 2018).

El dolor se describe como una experiencia sensorial y emocional desagradable, resultante de un daño tisular real o potencial (Raja S et al., 2021). Por su naturaleza, es un fenómeno multidimensional que involucra aspectos físicos, psicológicos, cognitivos y sociales (Williams &

Craig, 2016). El dolor oncológico, por su parte, abarca una amplia gama de afecciones, cada una con diferentes causas, manifestaciones clínicas y mecanismos patológicos (Caraceni & Shkodra, 2019). Se trata de un síntoma complejo, debilitante y crónico que impacta de manera significativa en la vida de quienes lo padecen (Treede et al., 2019). Puede presentar características de dolor nociceptivo, neuropático, mixto y nociplástico (Nijs, De Baets, et al., 2023; Nijs, Lahousse, et al., 2023).

El dolor persistente después de una mastectomía (PMPS) fue descrito por primera vez por Wood en 1978 (Capuco et al., 2020). Actualmente no existe una definición clara y diversos estudios han adoptado distintas interpretaciones del PMPS (Chappell et al., 2021). En general, el PMPS se presenta como un dolor neuropático crónico y persistente, que perdura más allá del periodo normal de curación (Kannan et al., 2022). Recientemente Waltho y Rockwell (2016) la definieron como un dolor que se produce después de cualquier cirugía mamaria, que es de severidad moderada, posee cualidades neuropáticas, se localiza en la pared ipsilateral de la mama/pecho, axila y/o brazo, dura al menos seis meses, se produce al menos el 50% del tiempo, y puede exacerbarse con movimientos de la cintura escapular.

Además, las manifestaciones del dolor en el PMPS incluyen sensaciones de ardor, frío doloroso o descargas eléctricas, así como entumecimiento, hormigueo y pinchazos. Adicionalmente, pueden presentarse hipoestesia y alodinia mecánica (Capuco et al., 2020). El dolor se intensifica debido a varios factores, como el movimiento, el esfuerzo físico, las actividades que implican levantar los brazos por encima de la cabeza y la exposición a bajas temperaturas (Groef et al., 2022). Este dolor asociado al PMPS puede restringir la movilidad del brazo afectado, lo que a su vez impacta la capacidad de las pacientes para realizar actividades cotidianas (Chang et al., 2021). El dolor tiende a aparecer con mayor frecuencia después de la cirugía; sin embargo, también es posible que los síntomas surjan nuevamente tras varios meses de haber recibido tratamiento adyuvante, como quimioterapia o radioterapia (Salati et al., 2023).

Por todo ello, la calidad de vida y capacidad funcional de estas pacientes se ve afectada, así como también su salud mental y emocional (Kannan et al., 2022). En este contexto, numerosos estudios han identificado

una fuerte relación entre el PMPS y los trastornos del estado de ánimo, incluyendo la ansiedad y la depresión (Bredal et al., 2014).

Se estima que aproximadamente el 30% de las pacientes sometidas a cirugía por cáncer de mama experimentan PMPS (Wang et al., 2018), aunque la prevalencia reportada en la literatura varía entre el 25% y el 60% (Alves Nogueira Fabro et al., 2012; Wang et al., 2018). Recientemente, los mismos autores reportaron una prevalencia del 35%, con una intensidad media del dolor de 3.9 cm en la mama y 4.4 cm en el brazo y el hombro, según una escala EVA de 10 cm (Wang et al., 2020). No obstante, en un estudio realizado con población española, se encontró que la prevalencia de dolor persistente fue relativamente menor, situándose en aproximadamente un 11,3% (Romero et al., 2016).

La fisiopatología exacta del PMPS se desconoce y se considera que es de naturaleza multifactorial (Kannan et al., 2022). Actualmente, la lesión del nervio intercostobraquial, del nervio braquial medial y del tercer y cuarto nervios intercostales se postula como la causa más común del PMPS, debido a factores de compresión o estiramiento (Capuco et al., 2020; Salati et al., 2023).

Se han descrito muchos factores de riesgo que pueden influir en la aparición de PMPS. Entre ellos, se encuentran la edad (<40 años), la extensión de la disección quirúrgica, el dolor preoperatorio previo en el lugar de la intervención, el dolor postoperatorio agudo, factores psicosociales como la ansiedad, la depresión o la catastrofización o el uso de radioterapia adyuvante entre otros (Tait et al., 2019).

El tratamiento de dolor persistente en poblaciones no oncológicas ha evolucionado más allá del uso exclusivo de medicamentos. En la actualidad, la educación, las terapias activas, las intervenciones psicológicas y la autogestión son consideradas y recomendadas como tratamientos de primera línea (Chappell et al., 2021). El enfoque terapéutico predominante para abordar el PMPS sigue siendo mayoritariamente biomédico (Groef et al., 2022). Se utilizan diferentes terapias farmacológicas, que incluyen antiepilépticos, antidepresivos y bloqueadores NMDA, entre otros analgésicos. En situaciones más difíciles de tratar, también se pueden explorar alternativas como la terapia inyectable, la neuromodulación o el

injerto de grasa autóloga (Capuco et al., 2020; Salati et al., 2023). No obstante, estudios recientes sugieren que el ejercicio físico podría ser una herramienta eficaz con importantes efectos hipoalgésicos (Cantarero-Villanueva et al., 2012; Rasmussen et al., 2023). Una revisión reciente de Kannan et al. (2022) respalda estos resultados afirmando que el ejercicio puede mejorar significativamente tanto la calidad de vida como la reducción del dolor en estas pacientes. Esto se lograría a través de varios mecanismos, como la activación de las vías descendentes del dolor y el aumento de citoquinas antiinflamatorias, mecanismos ya comprobados en poblaciones no oncológicas (Ammitzbøll et al., 2020).

2. OBJETIVOS

Si bien el enfoque bioconductual ha mostrado eficacia en el tratamiento de efectos secundarios como la fatiga en pacientes oncológicos, su uso para aliviar el dolor no ha sido extensamente estudiado. Por ello, en este estudio de caso, se presenta la aplicación de un programa multimodal, que abarcó ejercicio físico, educación y terapia manual durante un período de 16 semanas, en una paciente con cáncer de mama que experimentaba PMPS. Antes de la intervención, se obtuvo el consentimiento informado, tanto verbal como escrito, asegurando el uso de la información de la paciente de manera anónima.

3. METODOLOGÍA

La paciente estudiada es una mujer de 58 años (70 kg, 1.69 m) que trabaja como profesora de educación primaria. Tras autoidentificarse un bulto fue diagnosticada en 2023 de carcinoma ductal infiltrante de mama derecha (T2N2M0). Presentaba receptores de estrógenos positivos (80%), receptores de progesterona positivos (20%), una tasa de proliferación tumoral del 32% (Ki67) y Her2 negativo (perfil luminal B). La paciente no presentaba antecedentes médicos relevantes, ni predisposición genética al cáncer de mama, y no estaba bajo ningún tratamiento farmacológico. (Tabla 1).

En febrero de 2023 inicia tratamiento quimioterápico neoadyuvante con antraciclinas (4 ciclos de doxorrubicina cada tres semanas) y taxanos (8

ciclos de platicaxel semanal). Se realiza mastectomía derecha con linfadenectomía en septiembre de 2023. Tras la cirugía, la paciente recibió 15 sesiones de radioterapia adyuvante y comenzó tratamiento hormonal con Letrozol. La paciente fue sometida a evaluaciones clínicas regulares de sus síntomas, que incluyeron la monitorización cardíaca mediante ecocardiogramas como parte del seguimiento rutinario de las terapias sistémicas a las que estaba siendo sometida. La fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI) mostró una reducción del 9%, pero dentro aún del intervalo normal (50-70%). A lo largo del tratamiento, la paciente experimentó una leve disminución en sus niveles de energía y un enrojecimiento temporal de la piel como efecto secundario de la radioterapia. Tras la operación la paciente acude en múltiples ocasiones a atención primaria debido a un dolor en la región interna del miembro superior derecho. Inicialmente, se le prescribe un tratamiento analgésico estándar que incluye paracetamol, ibuprofeno y metamizol. Sin embargo, al no observarse una respuesta adecuada, se decide intensificar el manejo del dolor añadiendo pregabalina al tratamiento. En todo el proceso no realizó ejercicio físico supervisado, ni recibió tratamiento fisioterápico, aunque se ha mantenido físicamente activa.

Acude a consulta presentando un dolor punzante en el miembro superior derecho de intensidad moderada 56 sobre 100 en la escala visual analógica (EVA), de 4 meses de evolución, que posee características neuropáticas y que se localiza en la pared ipsilateral de la mama derecha, axila y brazo. (Figura 1) La paciente relata que el dolor lo presenta a diario. El dolor se intensificaba con el movimiento y la paciente refería dificultades para realizar actividades de autocuidado como bañarse, cuidarse el pelo y vestirse.

La entrevista del primer día y la exploración clínica mostraron que el dolor se presentaba acompañado sensación de quemazón, entumecimiento, hormigueos y pinchazos. Además, la paciente refería sensación anormal en la zona afecta. Por otra parte, no presentaba fatiga, pero sí dificultades para conciliar el sueño.

Se realizó una valoración completa que incluyó evaluaciones de la esfera motora, sensorial, emocional y cognitiva de la paciente con el fin de posibilitar un tratamiento eficaz. (Figura 2) Las evaluaciones se

realizaron una semana previa al inicio de la intervención, a las 8 semanas y a las 16 semanas de la intervención.

El examen subjetivo reveló que la paciente presentaba una postura con adelantamiento cervical, enrollamiento de hombros e hipercifosis dorsal. No presentaba deformidades evidentes. A la palpación la paciente presentaba sensación de rigidez y discomfort en la zona del cuello. Además, mostraba puntos gatillo (PG) dolorosos en musculatura de trapecio, suboccipitales, infraespinoso y musculatura paravertebral.

El dolor se presentaba acompañado de sensación de quemazón, entumecimiento, hormigueos y pinchazos, evaluados mediante la entrevista y el cuestionario DN4 (Perez et al., 2007). A nivel de la evaluación somatosensorial se evaluaron los umbrales de detección sensorial y los umbrales de dolor través de las respuestas inmediatas a diversos estímulos. Los umbrales de detección mecánica se valoraron mediante el uso de un bastón de algodón, los umbrales de dolor mecánico mediante el uso de un palillo, los umbrales de detección de frío/calor mediante el uso de una moneda y los umbral de dolor a la presión mediante palpación digital como se explica en trabajos previos (Zhu et al., 2019). Se evaluó inicialmente en una área sin síntomas y posteriormente en la zona afectada, siguiendo el protocolo descrito en la metodología QST (Rolke et al., 2006). Se observaron principalmente pérdidas sensoriales como hipoestesis al tacto y al pinchazo principalmente en la zona de la axila del miembro intervenido. No se apreciaron fenómenos de hiperalgesia, alodinia, respuesta muscular o provocación de los síntomas fuera de la zona de aplicación ante ningún estímulo. Además, la prueba neurodinámica para el nervio mediano (ULNT1) resultó positiva, pero no reproducía la sintomatología exacta de la paciente. No presentó alteraciones en los reflejos, ni debilidad muscular.

La movilidad activa de flexión, abducción, rotación externa e interna del hombro se valoró utilizando el inclinómetro (Dynamo Haldheld Strength & Room, VALD performance, Brisbane, Australia) de la marca ValdPerformance siguiendo el protocolo detallado por estos. Se obtuvieron valores alterados en el miembro afectado en todos los planos de movimiento acompañados de la presencia de dolor. Por su parte, los rangos de movimiento cervical medidos mediante goniometría no

presentaron alteraciones, ni dolor. Las mediciones de los resultados se llevaron a cabo al menos 48 horas después del tratamiento, nunca el mismo día. Los datos correspondientes a los seguimientos consecutivos se detallan en la Tabla 2.

El test de fuerza de prensión de la mano se utilizó para evaluar la máxima fuerza isométrica de los músculos de la mano y el antebrazo utilizando el mismo dispositivo y siguiendo el protocolo detallado por la marca. Se obtuvo un valor menor en el brazo afecto. Por su parte, el test Athletic Shoulder test (ASH) en 90°, valorado mediante plataformas de fuerza (ForceDesk Dual Force Plate System, VALD performance, Brisbane, Australia) también reveló una menor fuerza isométrica en abducción en el brazo afecto. Por su parte, el test isometric might thigh pull (IMTP), test que valora fuerza isométrica máxima del tren inferior, mostró valores por encima de la media para su edad. Se solicitaron 3 repeticiones máximas de una duración de 3-5s cada una, descansando 20-30 segundos entre cada intento en cada test.

Se proporcionó al paciente una serie de cuestionarios de autoevaluación para medir la discapacidad, el dolor y los problemas psicosociales asociados con sus síntomas.

La intensidad del dolor se midió mediante una escala analógica visual (EVA). Esta consiste en una línea de 100 mm en la que el lado izquierdo se considera “no dolor” y el derecho representa el “peor dolor imaginable” (Bijur et al., 2001; Ferrera-Valente et al., 2011). La escala visual analógica (EVA) fue elegida como medida debido a su capacidad para detectar cambios inmediatos, con una diferencia mínima clínicamente significativa (MCID) que varía entre 9 y 11 mm (Harrington et al., 2014). Se obtuvo una puntuación de 56 (5.6/10).

El Quick Dash (Quick Disabilities of Arm, Shoulder & Hand) es un cuestionario abreviado de 11 preguntas que evalúa los síntomas y la capacidad funcional del miembro superior. Una puntuación superior a 20% indica un nivel de discapacidad que podría ser considerado patológico (García González et al., 2019; Kennedy et al, 2013). Se obtuvo una puntuación del 54.5%. A mayor puntuación mayor discapacidad.

Los pensamientos catastróficos fueron evaluados mediante la versión española de catastrofización del dolor (PCS) la cual tiene 13 ítems y 3 subescalas: rumiación, magnificación e impotencia. La puntuación oscila entre 0 y 52 puntos considerándose una puntuación total mayor de 30 un nivel clínicamente significativo de catastrofización del dolor (Campayo et al., 2008; Sullivan et al., 1995). Se obtuvo una puntuación de 20.

La Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK) es un cuestionario de autoinforme compuesto por 17 ítems y 2 subescalas: daño y miedo a la actividad. La puntuación oscila entre 11-44 puntos asociándose una puntuación alta con peores resultados de salud (Gómez-Pérez et al., 2011). Una puntuación de 37 o más se considera elevada y refleja peores resultados en términos de salud (Vlaeyen et al., 1995). Se obtuvo una puntuación de 29.

El cuestionario European Organisation for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire C-30 (EORTCC-QLQ 30) es una escala de 30 ítems que mide la calidad de vida en pacientes con cáncer. Incorpora una puntuación global de calidad de vida, cinco subescalas funcionales y nivel de síntomas (Aaronson et al., 1993). Se obtuvo una puntuación en el estado de salud global de 64.

El cuestionario Douleur Neuropathique 4 (DN4) para personas con dolor neuropático consta de 10 preguntas obteniendo 1 punto por cada respuesta afirmativa. Valores mayores o iguales a 4 se consideran positivos (Perez et al., 2007). Se obtuvo una puntuación de 6 puntos.

La capacidad para clasificar el dolor postcanceroso en los tres principales fenotipos (nociceptivo, neuropático y nociplásico), permite personalizar el tratamiento del dolor de manera más efectiva (Nijs, Lahousse, et al., 2023). En este contexto, la puntuación por encima de 4 puntos obtenida en el cuestionario DN4 (Perez et al., 2007) y el cumplimiento de los criterios de dolor neuropático del Grupo Neuropsig: patrón de dolor en una zona neuroanatómicamente plausible, antecedentes sugestivos de lesión o enfermedad neurológica relevante, signos neurológicos +/- principalmente sensoriales en el territorio de inervación de la lesión (por ejemplo, parestesias, cambios sensoriales al tacto, vibración, fenómenos de alodinia o hiperalgesia), y confirmación de la

lesión mediante pruebas diagnósticas (Finnerup et al., 2016; Shkodra et al., 2021) sugiere la presencia de un dolor con un mecanismo predominantemente neuropático.

De acuerdo con los criterios de la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF), la paciente presenta afecciones tanto estructurales como funcionales. Entre estas, se incluyen la posible lesión del nervio intercostobraquial debido a compresión o estiramiento, linfadenectomía axilar, fibrosis e isquemia en los tejidos sometidos a radioterapia, degeneración axonal y destrucción de miocitos derivada de la quimioterapia, así como un resultado positivo en el test DN4. Estas condiciones provocan disfunciones que afectan principalmente a la movilidad, especialmente del hombro, la fuerza en sus diversas manifestaciones, el control motor y la capacidad funcional general. Como resultado, la paciente experimenta limitaciones en actividades cotidianas como levantar objetos, realizar tareas domésticas y cargar bolsas de compra. Estas restricciones se reflejan en una puntuación elevada en el cuestionario QuickDASH, lo cual indica un alto nivel de discapacidad. Además, la paciente reporta incapacidad para participar en sus clases de golf, lo que evidencia una disminución en su participación social. Factores como la kinesiofobia y el catastrofismo influyen negativamente en su condición. Sin embargo, la paciente cuenta con facilitadores importantes como la disponibilidad de recursos económicos y tiempo, aunque enfrenta barreras como la falta de conocimiento sobre su situación. Entre los factores ambientales que facilitan su recuperación se destacan su proximidad al centro y una sólida red de apoyo sociofamiliar.

Después de analizar el caso, se establecieron objetivos a corto, medio y largo plazo. A corto plazo, los objetivos incluyeron incrementar los niveles de actividad física, mitigar los efectos secundarios de los tratamientos y desarrollar estrategias de afrontamiento. A medio plazo, se buscó mejorar las variables asociadas a la aptitud física, reducir los niveles de discapacidad y controlar el dolor. A largo plazo, se pretendió que la paciente retomara las actividades mencionadas, aumentara sus niveles de autoeficacia y lograra una reducción significativa del dolor.

En el presente caso se planteó un tratamiento multimodal basado en un enfoque bioconductual, que incluyó terapia manual, ejercicio terapéutico

y educación en neurociencia del dolor con el objetivo de modificar el paradigma del dolor del paciente, brindar herramientas para manejar el estrés y mejorar su condición física y capacidad funcional. Se ajustó el plan preestablecido en función de los posibles efectos negativos, ya fueran inmediatos o persistentes, que pudieran surgir de los tratamientos.

Este programa consistió en 20 sesiones distribuidas a lo largo de 4 meses: dos sesiones semanales durante el primer mes y una sesión semanal durante los 3 meses siguientes. Las sesiones iniciales, de 90 minutos, se dividieron en tres partes de 30 minutos cada una, dedicados a la educación terapéutica, la terapia manual y el ejercicio físico. En los 3 meses siguientes, las sesiones se redujeron a 60 minutos, enfocándose principalmente en el ejercicio físico, con el uso de la educación y la terapia manual de manera puntual. El plan de tratamiento detallado se encuentra en la Tabla 3 y resumido en la Figura 3.

La terapia manual se utilizó como una estrategia eficaz para aliviar el dolor, reducir la sensibilidad del tejido neural y mejorar la movilidad. Tomando como referencia el trabajo de la Rosa Díaz et al., (2017) se plantearon movilizaciones articulares accesorias del hombro y tratamiento de neurodinamia. Las movilizaciones articulares incluyeron deslizamientos glenohumerales anteriores, posteriores y caudales grado I-II. Durante todo el tratamiento, la participante permanecieron en posición supina. Las técnicas rítmicas se realizaron con un ciclo de 2 segundos de deslizamiento o distracción, seguidos de 2 segundos de pausa, aplicando cada técnica durante 2 minutos. Además, se realizaron técnicas de neurodinamia para disminuir la mecanosensibilidad neural, técnica que ha mostrado ser efectiva en dolores crónicos de espalda o de cuello con componente neuropático (Basson et al., 2017; Jiménez et al., 2022). La neurodinamia se llevó a cabo utilizando la prueba ULNT1, ajustando la posición de las articulaciones a lo largo del trayecto del nervio para reducir la tensión sobre él. La movilización se aplicó siempre dentro de un rango sin dolor, y se realizó durante 2 minutos. Durante la intervención se progresó hacia la realización de la misma secuencia de deslizamiento neural de manera activa por parte del paciente. Esta movilización neural estimula una serie de respuestas mecánicas y fisiológicas en el tejido nervioso, tales como el

deslizamiento neural, la elongación, la tensión, y modificaciones en la microcirculación intraneural, así como en el transporte axonal y el movimiento de los impulsos nerviosos (Joshi et al., 2023). Estos efectos pueden normalizar la mecanosensibilidad neural y aumentar el umbral de activación de la membrana nerviosa frente a estímulos compresivos o de tracción, lo que permite una mayor amplitud de movimiento (ROM) (de la Rosa Díaz et al., 2017).

El programa de Educación Terapéutica siguió un enfoque bioconductual buscando corregir creencias erróneas sobre el dolor, así como mejorar las estrategias de afrontamiento, disminuir la evitación motivada por el miedo y reducir la catastrofización del dolor que pudiera estar impactando o limitando el efecto del resto de la intervención. Se busco promover estilos de vida saludables que fomentaran la autonomía, permitiéndole evaluar las opciones de tratamiento y tomar decisiones informadas sobre cómo afrontar su dolor (Bonaventura, 2024; Groef et al., 2022). Para ello, se llevaron a cabo 8 sesiones individuales de una duración de 30 minutos cada día durante las primeras 4 semanas de intervención, adoptando los contenidos educativos a las percepciones y creencias del paciente. Se tomó como referencia los trabajos de Torres-Lacomba et al. (2021), Jo Nigs et al. (2018) respetando el marco del aprendizaje significativo y buscando impactar en las áreas emocionales (lo que uno piensa y cree), cognitivas (lo que uno sabe) y en la adquisición de habilidades (lo que uno puede hacer) (Bonaventura, 2024). Se trabajó en la reconceptualización del dolor abordando contenidos como daño y dolor, fomentando la comprensión de que la intensidad del estímulo físico no siempre se corresponde directamente con la magnitud de la respuesta dolorosa y que se puede experimentar dolor más allá del período esperado de curación de los tejidos. Otros de los contenidos trabajados fueron los siguientes; la influencia del contexto en la experiencia dolorosa, la atención y la memoria, las vías inhibitorias descendentes del dolor, la influencia del estrés, las emociones y los pensamientos... Para ello, se utilizaron diferentes formatos (presentaciones power point, imágenes, comunicación directa) y diferentes actividades (ej. resolución de problemas). Se utilizó también un documento de compromiso que reflejaba los objetivos concretos que se proponía cada semana y qué medidas

se llevarían a cabo para alcanzarlos. Por último, se explicaron a la paciente diversas técnicas de tratamiento, como auto tracciones y la técnica de respiración 4-7-8, con el objetivo de proporcionarle estrategias de afrontamiento y reducir su enfoque en el dolor. Al inicio de cada sesión, el fisioterapeuta se aseguraba de que la paciente no tuviera dudas sobre la información discutida en la sesión anterior.

El programa de intervención de ejercicio tuvo una duración de 16 semanas y cumplió con las directrices de la ACSM para este grupo de población (Campbell et al., 2019; Schmitz et al., 2010). Se utilizó un monitor de frecuencia cardíaca durante las sesiones de entrenamiento. Durante el primer mes, se realizaron 2 sesiones a la semana supervisadas con al menos 24-48 horas de recuperación entre ellas. Tuvieron una duración de 30 minutos y se centraron principalmente en el trabajo de movilidad del tren superior y la columna dorsal y la realización ejercicios de estabilización escapular. Se realizaron 4-5 ejercicios (wall slide, diagonal pull apart, serratus punch, snow angels..), 2-3 series por ejercicio, progresando desde el 50 % al 70% del RM durante las 4 semanas. Se realizaron la mitad de las repeticiones posibles 12 (25) cuando se trabajó al 50% del RM, 10(20) cuando se trabajó al 60% del RM y 6 (12) cuando se trabajó al 70% del RM con el objetivo de que el carácter de esfuerzo de la sesión fuera bajo. Se utilizaron técnicas de distracción cognitiva y exposición graduada para favorecer la participación de la paciente. (Tabla 4) Durante los 3 siguientes meses la intervención de ejercicio tuvo un carácter más general, incluyendo ejercicios multiarticulares de miembro superior e inferior. Se realizó una sesión a la semana y la duración de esta se aumentó hasta 60 minutos. Además, de la sesión supervisada realizada en el centro de Mario Redondo Exercise Physiology Cancer Center, se pautaron otras 2 sesiones a la semana, una de fuerza y otra de resistencia, para realizar en el gimnasio de su localidad.

Las sesiones supervisadas comprendían de 3 partes: Una primera parte preparatoria de 5-10 minutos que incluía ejercicio aeróbico a baja intensidad en cicloergómetro (RPE 3-4) durante 2-3 minutos y ejercicios de movilidad principalmente encaminados a la articulación del hombro. La parte principal de la sesión comprendía de 25-30 minutos donde se incluían 3 series de 5 ejercicios multiarticulares del tren superior e

inferior (zancadas, squat, peso muerto, hip thrust tracciones, empujes ...) progresando de 65% al 75% de RM de la semana 4 a la 20 de intervención. Durante el segundo mes se trabajó con una carga que podía levantar 14 veces (14 RM) progresando de caracteres del esfuerzo bajos 8 repeticiones de 14 posibles, a medios 10 (14) a altos 12 (14) cada semana, utilizando la última semana del mes como descarga trabajando al 50% del RM y realizando la mitad de las repeticiones posibles. Durante el tercer y cuarto mes de intervención se siguió el mismo esquema de trabajo con intensidad del 70% y 75% RM respectivamente. Los últimos 25 minutos de la sesión se realizaba ejercicio aeróbico en bici a una intensidad de 60-65% FCR las primeras semanas hasta alcanzar el 75-80% FRC las últimas.

La intensidad de trabajo se monitorizó a través del carácter del esfuerzo (CE) y variables cualitativas como el cuestionario de bienestar realizando las adaptaciones necesarias al programa.

4. RESULTADOS

La evolución de la intensidad de dolor fue positiva. Observamos una disminución progresiva en cada una de las evaluaciones. A los 2 meses de intervención el dolor disminuyó 1.5 puntos y a la finalización de la intervención 1 punto más. En total la disminución de dolor fue de 2.5 puntos, una reducción clínicamente significativa y parecida a la mostrada por otros estudios (Cantarero-Villanueva et al., 2012; Rasmussen et al., 2023).

La movilidad disminuye de forma gradual con la edad y esta disminución se ve afectada como consecuencia de los tratamientos recibidos durante el proceso oncológico (De Groef et al., 2015) y hasta entre el 21% y el 30% de los supervivientes de cáncer de mama experimentan una disminución de la amplitud de movimiento del hombro (de la Rosa Díaz et al., 2017). En el presente caso, todos los movimientos observaron una diferencia de >10 grados en la AROM en la evaluación inicial en comparación al miembro contralateral lo cual se considera relevante (Gill et al., 2020).

A las 8 semanas de seguimiento la amplitud de flexión del hombro afecto experimentó una mejora de 13°, la abducción de hombro de 11.5°, la rotación interna de 9° y la rotación externa de 15°. A las 16

semanas, la mejora en la flexión de hombro alcanzó los 20° llegando hasta los 169°, la mejora en la abducción alcanzó los 24.5° llegando hasta los 170°. Por su parte, la mejora en la rotación interna alcanzó los 23° llegando hasta los 78° y la rotación externa 24° llegando hasta los 79°. En comparación con estudios anteriores, este estudio mejoro en mayor medida el ROM del hombro (Rasmussen et al., 2023).

Por otra parte, la función motora se encontraba disminuida en la valoración inicial. A partir de los 30 años, y más notablemente a partir de los 50, la fuerza y potencia muscular disminuyen entre un 10% y 15% por década (Morris & Lewis, 2020). Esta reducción es especialmente pronunciada en los músculos del tren inferior, afectando principalmente el tamaño y el número de fibras de tipo II, que son de contracción rápida. Estos cambios se agravan con los tratamientos oncológicos, en particular la quimioterapia, que reduce la tasa de desarrollo de fuerza por unidad de tiempo (RFD) (Buffart et al., 2020; Klassen et al., 2017). La fuerza de agarre a las 8 semanas de seguimiento experimentó una mejora de 1.8 kg. De la semana 8 a las 16 mejoró un 1.9 kg más. En total la mejora alcanzó 3.7 kg en el miembro afecto observándose tras la finalización de la intervención una asimetría del 2%. Por su parte, la fuerza isométrica máxima en 90 ° de abducción del miembro afecto mejoró 4.3N y 10.3N a las 8 y 16 semanas respectivamente. Por último, la fuerza isométrica del miembro inferior mejoró a lo largo de la intervención alcanzando los 1870 N, valor por encima de los valores normativos mostrados por la marca para su edad.

A nivel sensorial, la sensación de entumecimiento y hormigueos mejoró al finalizar la intervención, aunque la recuperación somatosensorial no fue completa. Quizás técnicas de reentrenamiento sensorial podrían haber ayudado a mejorar estas variables.

Por su parte, al inicio del tratamiento la paciente mostró un nivel de catastrofización del dolor de 20 puntos y kinesofobia 29 puntos, las cuales se asocian a una menor funcionalidad, limitaciones en las actividades diarias y mayor consumo de medicamentos (Bovbjerg et al., 2019; Bredal et al., 2014; Gómez-Pérez et al., 2011). La disminución en los resultados de la catastrofización y kinesofobia podría atribuirse a la intervención de la educación terapéutica, que ayudó al paciente a

modificar sus creencias, actitudes frente al dolor y realizar el programa propuesto. Al finalizar la intervención la paciente obtuvo 7 puntos en catastrofismo y 14 puntos en kinesofobia.

Los síntomas y capacidad funcional del miembro superior mejoraron a lo largo de la intervención obteniendo un resultado de 18.1% al finalizar el programa. Por último, la calidad de vida mejoró considerablemente al finalizar la intervención (63.56 a 87).

5. DISCUSIÓN

Este informe de caso ofrece una descripción exhaustiva de la evaluación y evolución positiva de una paciente con dolor persistente tras una mastectomía, tratada mediante una terapia multimodal basada en un enfoque bioconductual. Actualmente, la evidencia disponible para guiar el tratamiento de pacientes supervivientes de cáncer de mama que presentan PMPS es limitada.

Las intervenciones fisioterapéuticas, como el ejercicio, la educación y la terapia manual, han demostrado desempeñar un papel crucial en la reducción de la frecuencia de los efectos secundarios asociados al tratamiento del cáncer de mama, incluyendo la fatiga, el dolor, las náuseas y el deterioro de la calidad de vida (Tatham et al., 2013). Por su parte, recientemente diferentes revisiones han mostrado la eficacia de la fisioterapia y el ejercicio para mejorar la calidad de vida y reducir la intensidad del dolor en mujeres con síndrome de dolor postmastectomía (Kannan et al., 2022; Tait et al., 2019). Además, la Educación en Neurociencia del dolor representa una posible solución para mejorar los resultados relacionados con el dolor en sobrevivientes de cáncer (Nijs, De Baets, et al., 2023) ya que juega un papel crucial en el manejo y la autogestión de la enfermedad mejorando la calidad de vida relacionada con la salud, disminuyendo la intensidad del dolor, mejorando la autoeficacia en el manejo de este y contribuyendo a una mayor adherencia a los programas de ejercicio (Nijs et al., 2019; Prieto-Gómez et al., 2022).

Los resultados muestran una mejora notable en los aspectos cognitivo-conductuales, motivacionales y afectivos, así como en la función motora y en la reducción de la discapacidad funcional. No obstante, en la

esfera sensorial no se han observado avances significativos. La paciente expresó que el ejercicio había sido de gran ayuda en su proceso de recuperación. Afirmaba sentirse con mayor control sobre su vida y su enfermedad. Además, comentaba que las clases de ejercicio la llenaban de ánimo y le proporcionaban una sensación de energía renovada.

Una posible limitación es la ausencia de un seguimiento a largo plazo, ya que este tratamiento se evaluó únicamente en el corto y mediano plazo. Por otra parte, no disponemos de información detallada sobre la dosificación de la medicación. Además, al tratarse de una intervención multimodal, no es posible identificar con precisión cómo cada componente del tratamiento contribuyó a los resultados. Por último, otra imitación es la ausencia de registro de variables somatosensoriales, como la sumación temporal, la algometría o la discriminación de dos puntos, debido a la ausencia de material para medirlos. Por todo ello, es fundamental continuar investigando en esta área.

6. CONCLUSIONES

Un tratamiento multimodal basado en un enfoque bioconductual que integra la terapia manual, la educación y el ejercicio terapéutico logró reducir significativamente la intensidad del dolor, el catastrofismo, la kinesofobia y la discapacidad del miembro superior, así como mejorar los valores de movilidad y fuerza del miembro afecto. La influencia de los factores psicosociales en esta entidad clínica podría indicar que el enfoque bioconductual, junto con la adopción de estrategias activas de afrontamiento del dolor a través del ejercicio, ha sido un elemento clave en el éxito del tratamiento.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Expresamos nuestro agradecimiento al centro Mario Redondo Exercise Physiology Cancer Center por facilitarnos los instrumentos de medición utilizados en este informe de caso.

8. REFERENCIAS

- Aaronson, N. K., Ahmedzai, S., Bergman, B., Bullinger, M., Cull, A., Duez, N. J., Filiberti, A., Flechtner, H., Fleishman, S. B., & de Haes, J. C. (1993). The European Organization for Research and Treatment of Cancer QLQ-C30: a quality-of-life instrument for use in international clinical trials in oncology. *Journal of the National Cancer Institute*, 85(5), 365–376. <https://doi.org/10.1093/jnci/85.5.365>
- Ammitzbøll, G., Andersen, K. G., Bidstrup, P. E., Johansen, C., Lanng, C., Kroman, N., Zerahn, B., Hyldegaard, O., Andersen, E. W., & Dalton, S. O. (2020). Effect of progressive resistance training on persistent pain after axillary dissection in breast cancer: a randomized controlled trial. *Breast cancer research and treatment*, 179(1), 173–183. <https://doi.org/10.1007/s10549-019-05461-z>
- Arnold, M., Morgan, E., Rumgay, H., Mafra, A., Singh, D., Laversanne, M., Vignat, J., Gralow, J. R., Cardoso, F., Siesling, S., & Soerjomataram, I. (2022). Current and future burden of breast cancer: Global statistics for 2020 and 2040. *Breast (Edinburgh, Scotland)*, 66, 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.breast.2022.08.010>
- Alves Nogueira Fabro, E., Bergmann, A., do Amaral E Silva, B., Padula Ribeiro, A. C., de Souza Abrahão, K., da Costa Leite Ferreira, M. G., de Almeida Dias, R., & Santos Thuler, L. C. (2012). Post-mastectomy pain syndrome: incidence and risks. *Breast (Edinburgh, Scotland)*, 21(3), 321–325. <https://doi.org/10.1016/j.breast.2012.01.019>
- Basson, A., Olivier, B., Ellis, R., Coppieters, M., Stewart, A., & Mudzi, W. (2017). The Effectiveness of Neural Mobilization for Neuromusculoskeletal Conditions: A Systematic Review and Meta-analysis. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 47(9), 593–615. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.7117>
- Bijur, P. E., Silver, W., & Gallagher, E. J. (2001). Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, 8(12), 1153–1157. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2001.tb01132.x>
- Bovbjerg, D. H., Keefe, F. J., Soo, M. S., Manculich, J., Van Denburg, A., Zuley, M. L., Ahrendt, G. M., Skinner, C. S., Edmond, S. N., & Shelby, R. A. (2019). Persistent breast pain in post-surgery breast cancer survivors and women with no history of breast surgery or cancer: associations with pain catastrophizing, perceived breast cancer risk, breast cancer worry, and emotional distress. *Acta oncologica (Stockholm, Sweden)*, 58(5), 763–768. <https://doi.org/10.1080/0284186X.2019.1574023>

- Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Soerjomataram, I., & Jemal, A. (2024). Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: a cancer journal for clinicians*, 74(3), 229–263. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>
- Buffart, L. M., Sweegers, M. G., de Ruijter, C. J., Konings, I. R., Verheul, H. M. W., van Zweeken, A. A., Grootsholten, C., Chinapaw, M. J., & Altenburg, T. M. (2020). Muscle contractile properties of cancer patients receiving chemotherapy: Assessment of feasibility and exercise effects. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 30(10), 1918–1929. <https://doi.org/10.1111/sms.13758>
- Cantarero-Villanueva, I., Fernández-Lao, C., Fernández-de-Las-Peñas, C., López-Barajas, I. B., Del-Moral-Ávila, R., de la-Llave-Rincón, A. I., & Arroyo-Morales, M. (2012). Effectiveness of water physical therapy on pain, pressure pain sensitivity, and myofascial trigger points in breast cancer survivors: a randomized, controlled clinical trial. *Pain medicine (Malden, Mass.)*, 13(11), 1509–1519. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4637.2012.01481.x>
- Campbell, K. L., Winters-Stone, K. M., Wiskemann, J., May, A. M., Schwartz, A. L., Courneya, K. S., Zucker, D. S., Matthews, C. E., Ligibel, J. A., Gerber, L. H., Morris, G. S., Patel, A. V., Hue, T. F., Perna, F. M., & Schmitz, K. H. (2019). Exercise Guidelines for Cancer Survivors: Consensus Statement from International Multidisciplinary Roundtable. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(11), 2375–2390. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002116>
- Capuco, A., Urits, I., Orhurhu, V., Chun, R., Shukla, B., Burke, M., Kaye, R. J., Garcia, A. J., Kaye, A. D., & Viswanath, O. (2020). A Comprehensive Review of the Diagnosis, Treatment, and Management of Postmastectomy Pain Syndrome. *Current pain and headache reports*, 24(8), 41. <https://doi.org/10.1007/s11916-020-00876-6>
- Caraceni, A., & Shkoda, M. (2019). Cancer Pain Assessment and Classification. *Cancers*, 11(4), 510. <https://doi.org/10.3390/cancers11040510>
- Chang, P. J., Asher, A., & Smith, S. R. (2021). A Targeted Approach to Post-Mastectomy Pain and Persistent Pain following Breast Cancer Treatment. *Cancers*, 13(20), 5191. <https://doi.org/10.3390/cancers13205191>
- Chappell, A. G., Yuksel, S., Sasson, D. C., Wescott, A. B., Connor, L. M., & Ellis, M. F. (2021). Post-Mastectomy Pain Syndrome: An Up-to-Date Review of Treatment Outcomes. *JPRAS open*, 30, 97–109. <https://doi.org/10.1016/j.jpra.2021.07.006>

- De Groef, A., Meeus, M., Heathcote, L. C., Wiles, L., Catley, M., Vogelzang, A., Olver, I., Runciman, W. B., Hibbert, P., Dams, L., Morlion, B., & Moseley, G. L. (2023). Treating persistent pain after breast cancer: practice gaps and future directions. *Journal of cancer survivorship : research and practice*, 17(6), 1698–1707. <https://doi.org/10.1007/s11764-022-01194-z>
- De Groef, A., Van Kampen, M., Dieltjens, E., Christiaens, M. R., Neven, P., Geraerts, I., & Devoogdt, N. (2015). Effectiveness of postoperative physical therapy for upper-limb impairments after breast cancer treatment: a systematic review. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 96(6), 1140–1153. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.01.006>
- de la Rosa Díaz, I., Torres Lacomba, M., Cerezo Téllez, E., Díaz Del Campo Gómez-Rico, C., & Gutiérrez Ortega, C. (2017). Accessory Joint and Neural Mobilizations for Shoulder Range of Motion Restriction After Breast Cancer Surgery: A Pilot Randomized Clinical Trial. *Journal of chiropractic medicine*, 16(1), 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.09.001>
- DeSantis, C. E., Ma, J., Gaudet, M. M., Newman, L. A., Miller, K. D., Goding Sauer, A., Jemal, A., & Siegel, R. L. (2019). Breast cancer statistics, 2019. *CA: a cancer journal for clinicians*, 69(6), 438–451. <https://doi.org/10.3322/caac.21583>
- Di Bonaventura, S., Fernández Carnero, J., & Ferrer-Peña, R. (2024). Can a specific biobehavioral-based therapeutic education program lead to changes in pain perception and brain plasticity biomarkers in chronic pain patients? A study protocol for a randomized clinical trial. *PloS one*, 19(1), e0289430. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289430>
- Fallon, M., Giusti, R., Aielli, F., Hoskin, P., Rolke, R., Sharma, M., Ripamonti, C. I., & ESMO Guidelines Committee (2018). Management of cancer pain in adult patients: ESMO Clinical Practice Guidelines. *Annals of oncology : official journal of the European Society for Medical Oncology*, 29(Suppl 4), iv166–iv191. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdy152>
- Ferreira-Valente, M. A., Pais-Ribeiro, J. L., & Jensen, M. P. (2011). Validity of four pain intensity rating scales. *Pain*, 152(10), 2399–2404. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2011.07.0051>
- Finnerup, N. B., Haroutounian, S., Kamerman, P., Baron, R., Bennett, D. L. H., Bouhassira, D., Cruccu, G., Freeman, R., Hansson, P., Nurmikko, T., Raja, S. N., Rice, A. S. C., Serra, J., Smith, B. H., Treede, R. D., & Jensen, T. S. (2016). Neuropathic pain: an updated grading system for research and clinical practice. *Pain*, 157(8), 1599–1606. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000492>

- García Campayo, J., Rodero, B., Alda, M., Sobradiel, N., Montero, J., & Moreno, S. (2008). Validación de la versión española de la escala de la catastrofización ante el dolor (Pain Catastrophizing Scale) en la fibromialgia. *Medicina clinica*, 131(13), 487–492.
<https://doi.org/10.1157/13127277>
- García-González, L., Aguilar-Sierra, F., & Rodríguez-Ricardo, M.C. (2018). Validación de la versión en español de la escala de función de miembro superior abreviada: Quick Dash. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, 32(4):215-219. <https://doi.org/10.1016/j.rccot.2017.06.012>
- Gill, T. K., Shanahan, E. M., Tucker, G. R., Buchbinder, R., & Hill, C. L. (2020). Shoulder range of movement in the general population: age and gender stratified normative data using a community-based cohort. *BMC musculoskeletal disorders*, 21(1), 676. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03665-9I>
- Gómez-Pérez, L., López-Martínez, A. E., & Ruiz-Párraga, G. T. (2011). Psychometric Properties of the Spanish Version of the Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK). *The journal of pain*, 12(4), 425–435.
<https://doi.org/10.1016/j.jpain.2010.08.004>
- Harrington, S., Gilchrist, L., & Sander, A. (2014). Breast Cancer EDGE Task Force Outcomes: Clinical Measures of Pain. *Rehabilitation oncology (American Physical Therapy Association. Oncology Section)*, 32(1), 13–21
- Jiménez-Del-Barrio, S., Cadellans-Arróniz, A., Ceballos-Laita, L., Estébanez-de-Miguel, E., López-de-Celis, C., Bueno-Gracia, E., & Pérez-Bellmunt, A. (2022). The effectiveness of manual therapy on pain, physical function, and nerve conduction studies in carpal tunnel syndrome patients: a systematic review and meta-analysis. *International orthopaedics*, 46(2), 301–312. <https://doi.org/10.1007/s00264-021-05272-2>
- Joshi, D., Shah, S., Shinde, S. B., & Patil, S. (2023). Effect of Neural Tissue Mobilization on Sensory-Motor Impairments in Breast Cancer Survivors with Lymphedema: An Experimental Study. *Asian Pacific journal of cancer prevention : APJCP*, 24(1), 313–319.
<https://doi.org/10.31557/APJCP.2023.24.1.313>
- Kannan, P., Lam, H. Y., Ma, T. K., Lo, C. N., Mui, T. Y., & Tang, W. Y. (2022). Efficacy of physical therapy interventions on quality of life and upper quadrant pain severity in women with post-mastectomy pain syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Quality of life research : an international journal of quality of life aspects of treatment, care and rehabilitation*, 31(4), 951–973. <https://doi.org/10.1007/s11136-021-02926-x>

- Kennedy, C. A., Beaton, D. E., Smith, P., Van Eerd, D., Tang, K., Inrig, T., Hogg-Johnson, S., Linton, D., & Couban, R. (2013). Measurement properties of the QuickDASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) outcome measure and cross-cultural adaptations of the QuickDASH: a systematic review. *Quality of life research : an international journal of quality of life aspects of treatment, care and rehabilitation*, 22(9), 2509–2547. <https://doi.org/10.1007/s11136-013-0362-4>
- Klassen, O., Schmidt, M. E., Ulrich, C. M., Schneeweiss, A., Potthoff, K., Steindorf, K., & Wiskemann, J. (2017). Muscle strength in breast cancer patients receiving different treatment regimes. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 8(2), 305–316. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12165>
- Morris, R., & Lewis, A. (2020). Falls and Cancer. *Clinical oncology (Royal College of Radiologists (Great Britain))*, 32(9), 569–578. <https://doi.org/10.1016/j.clon.2020.03.011>
- Nijs, J., De Baets, L., & Hodges, P. (2023). Phenotyping nociceptive, neuropathic, and nociplastic pain: who, how, & why?. *Brazilian journal of physical therapy*, 27(4), 100537. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2023.100537>
- Nijs, J., Lahousse, A., Fernández-de-Las-Peñas, C., Madeleine, P., Fontaine, C., Nishigami, T., Desmedt, C., Vanhoeij, M., Mostaqim, K., Cuesta-Vargas, A. I., Kapreli, E., Bilika, P., Polli, A., Leysen, L., Elma, Ö., Roose, E., Rheel, E., Yilmaz, S. T., De Baets, L., Huysmans, E., ... Saraçoğlu, İ. (2023). Towards precision pain medicine for pain after cancer: the Cancer Pain Phenotyping Network multidisciplinary international guidelines for pain phenotyping using nociplastic pain criteria. *British journal of anaesthesia*, 130(5), 611–621. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2022.12.013>
- Nijs, J., Wijma, A. J., Leysen, L., Pas, R., Willaert, W., Hoelen, W., Ickmans, K., & Wilgen, C. P. V. (2019). Explaining pain following cancer: a practical guide for clinicians. *Brazilian journal of physical therapy*, 23(5), 367–377. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2018.12.003>
- Perez, C., Galvez, R., Huelbes, S., Insausti, J., Bouhassira, D., Diaz, S., & Rejas, J. (2007). Validity and reliability of the Spanish version of the DN4 (Douleur Neuropathique 4 questions) questionnaire for differential diagnosis of pain syndromes associated to a neuropathic or somatic component. *Health and quality of life outcomes*, 5, 66. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-5-66>
- Prieto-Gómez, V., Yuste-Sánchez, M. J., Bailón-Cerezo, J., Romay-Barrero, H., de la Rosa-Díaz, I., Lirio-Romero, C., & Torres-Lacomba, M. (2022). Effectiveness of Therapeutic Exercise and Patient Education on Cancer-Related Fatigue in Breast Cancer Survivors: A Randomised, Single-Blind, Controlled Trial with a 6-Month Follow-Up. *Journal of clinical medicine*, 11(1), 269. <https://doi.org/10.3390/jcm11010269>

- Raja, S. N., Carr, D. B., Cohen, M., Finnerup, N. B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F. J., Mogil, J. S., Ringkamp, M., Sluka, K. A., Song, X. J., Stevens, B., Sullivan, M. D., Tutelman, P. R., Ushida, T., & Vader, K. (2020). The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*, 161(9), 1976–1982. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939>
- Rasmussen, G. H. F., Kristiansen, M., Arroyo-Morales, M., Voigt, M., & Madeleine, P. (2023). The Analgesic Effect of Resistance Training after Breast Cancer (ANTRAC): A Randomized Controlled Trial. *Medicine and science in sports and exercise*, 55(2), 167–176. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003034>
- Rolke, R., Baron, R., Maier, C., Tölle, T. R., Treede, -D. R., Beyer, A., Binder, A., Birbaumer, N., Birklein, F., Bötefür, I. C., Braune, S., Flor, H., Hüge, V., Klug, R., Landwehrmeyer, G. B., Magerl, W., Maihöfner, C., Rolko, C., Schaub, C., Scherens, A., ... Wasserka, B. (2006). Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): standardized protocol and reference values. *Pain*, 123(3), 231–243. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2006.01.041>
- Romero, A., Torà-Rocamora, I., Baré, M., Barata, T., Domingo, L., Ferrer, J., Torà, N., Comas, M., Merenciano, C., Macià, F., Castells, X., Sala, M., & CAMISS Study Group (2016). Prevalence of persistent pain after breast cancer treatment by detection mode among participants in population-based screening programs. *BMC cancer*, 16(1), 735. <https://doi.org/10.1186/s12885-016-2768-1>
- Salati, S. A., Alsulaim, L., Alharbi, M. H., Alharbi, N. H., Alsenaid, T. M., Alaodah, S. A., Alsuhailani, A. S., & Albaqami, K. A. (2023). Postmastectomy Pain Syndrome: A Narrative Review. *Cureus*, 15(10), e47384. <https://doi.org/10.7759/cureus.47384>
- Schmitz, K. H., Courneya, K. S., Matthews, C., Demark-Wahnefried, W., Galvão, D. A., Pinto, B. M., Irwin, M. L., Wolin, K. Y., Segal, R. J., Lucia, A., Schneider, C. M., von Gruenigen, V. E., Schwartz, A. L., & American College of Sports Medicine (2010). American College of Sports Medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors. *Medicine and science in sports and exercise*, 42(7), 1409–1426. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e0c112>
- Schou Bredal, I., Smeby, N. A., Ottesen, S., Warncke, T., & Schlichting, E. (2014). Chronic pain in breast cancer survivors: comparison of psychosocial, surgical, and medical characteristics between survivors with and without pain. *Journal of pain and symptom management*, 48(5), 852–862. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2013.12.239>
- Shkodra, M., Brunelli, C., Zecca, E., Formaglio, F., Bracchi, P., Lo Dico, S., Caputo, M., Kaasa, S., & Caraceni, A. (2021). Neuropathic pain: clinical classification and assessment in patients with pain due to cancer. *Pain*, 162(3), 866–874. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002076>

- Sociedad Española de Oncología Médica. (2024). Las cifras de cancer en España. Available at: <https://seom.org/prensa/el-cancer-en-cifras>
- Sullivan, M. J. L., Bishop, S. R., & Pivik, J. (1995). The Pain Catastrophizing Scale: Development and validation. *Psychological Assessment*, 7(4), 524–532. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.7.4.524>
- Tait, R. C., Zoberi, K., Ferguson, M., Levenhagen, K., Luebbert, R. A., Rowland, K., Salsich, G. B., & Herndon, C. (2018). Persistent Post-Mastectomy Pain: Risk Factors and Current Approaches to Treatment. *The journal of pain*, 19(12), 1367–1383. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2018.06.002>
- Tatham, B., Smith, J., Cheifetz, O., Gillespie, J., Snowden, K., Temesy, J., & Vandenberk, L. (2013). The efficacy of exercise therapy in reducing shoulder pain related to breast cancer: a systematic review. *Physiotherapy Canada. Physiotherapie Canada*, 65(4), 321–330. <https://doi.org/10.3138/ptc.2012-06>
- Torres-Lacomba, M., Navarro-Brazález, B., Bailón-Cerezo, J., Vergara-Pérez, F., de la Rosa-Díaz, I., & Prieto-Gómez, V. (2021). Assessment Tools of Patient Competences: The Spanish Version of the R-NPQ and Three Practical Cases in Women with Breast Cancer and Persistent Pain. *International journal of environmental research and public health*, 18(9), 4463. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094463>
- Treede, R. D., Rief, W., Barke, A., Aziz, Q., Bennett, M. I., Benoliel, R., Cohen, M., Evers, S., Finnerup, N. B., First, M. B., Giamberardino, M. A., Kaasa, S., Korwisi, B., Kosek, E., Lavand'homme, P., Nicholas, M., Perrot, S., Scholz, J., Schug, S., Smith, B. H., ... Wang, S. J. (2019). Chronic pain as a symptom or a disease: the IASP Classification of Chronic Pain for the International Classification of Diseases (ICD-11). *Pain*, 160(1), 19–27. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001384>
- Vlaeyen, J. W. S., Kole-Snijders, A. M. J., Boeren, R. G. B., & van Eek, H. (1995). Fear of movement/(re)injury in chronic low back pain and its relation to behavioral performance. *Pain*, 62(3), 363–372. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(94\)00279-N](https://doi.org/10.1016/0304-3959(94)00279-N)
- Waltho, D., & Rockwell, G. (2016). Post-breast surgery pain syndrome: establishing a consensus for the definition of post-mastectomy pain syndrome to provide a standardized clinical and research approach - a review of the literature and discussion. *Canadian journal of surgery. Journal canadien de chirurgie*, 59(5), 342–350. <https://doi.org/10.1503/cjs.000716>

- Wang, L., Hong, B. Y., Kennedy, S. A., Chang, Y., Hong, C. J., Craigie, S., Kwon, H. Y., Romerosa, B., Couban, R. J., Reid, S., Khan, J. S., McGillion, M., Blinder, V., & Busse, J. W. (2018). Predictors of Unemployment After Breast Cancer Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Journal of clinical oncology : official journal of the American Society of Clinical Oncology*, 36(18), 1868–1879. <https://doi.org/10.1200/JCO.2017.77.3663>
- Wang, L., Cohen, J. C., Devasenapathy, N., Hong, B. Y., Kheyson, S., Lu, D., Oparin, Y., Kennedy, S. A., Romerosa, B., Arora, N., Kwon, H. Y., Jackson, K., Prasad, M., Jayasekera, D., Li, A., Guarna, G., Natalwalla, S., Couban, R. J., Reid, S., Khan, J. S., ... Busse, J. W. (2020). Prevalence and intensity of persistent post-surgical pain following breast cancer surgery: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *British journal of anaesthesia*, 125(3), 346–357. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.04.088>
- Williams, A. C. C., & Craig, K. D. (2016). Updating the definition of pain. *Pain*, 157(11), 2420–2423. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000613>
- Zhu, G. C., Böttger, K., Slater, H., Cook, C., Farrell, S. F., Hailey, L., Tampin, B., & Schmid, A. B. (2019). Concurrent validity of a low-cost and time-efficient clinical sensory test battery to evaluate somatosensory dysfunction. *European journal of pain (London, England)*, 23(10), 1826–1838. <https://doi.org/10.1002/ejp.1456>

9. ANEXOS

Tabla 1

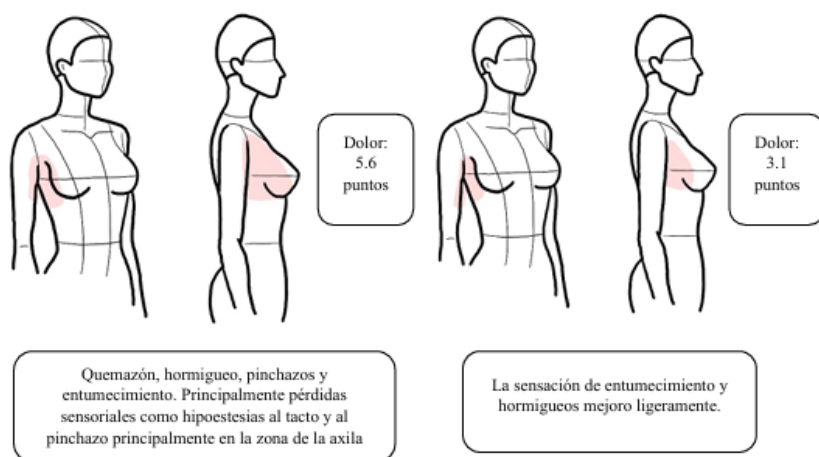
Perfil sociodemográfico, quirúrgico y médico de la paciente.

Edad	58 años
Peso (Kg)	70 kg
Altura (Cm)	169 cm
BMI	24.5
Nivel educacional	Universitaria
Estado civil	Casada
Fumadora	No
Menopausia	Si. Desde los 48 años
Antecedentes personales médicos	-Alergias: no -HTA: No - Dislipemia: No - Diabetes: No -Otra Patología cardiovascular: No - Patología pulmonar: No -Patología renal: No -Patología neurológica: No
Antecedentes personales quirúrgicos	Sin antecedentes
Antecedentes familiares	Madre y hermana con hipertensión arterial bien controlada, padre con diabetes mellitus tipo 2
Tensión Sistólica	115 mmHg
Tensión Diastólica	75 mmHg
Fc reposo	76 lpm
Diagnóstico	Carcinoma ductal infiltrante mama derecha
Perfil tumoral	Luminal B
Estadio cáncer I/II/III/IV/	III A. (T2N2M0)
Procedimiento quirúrgico	Mastectomía mama derecha
Resección ganglios	Linfadenectomía axilar
Otras pruebas	Ecocardiograma: ok Densitometría: pendiente Prueba de esfuerzo: ok Analítica: ok

Nota: Elaboración propia.

Figura 1

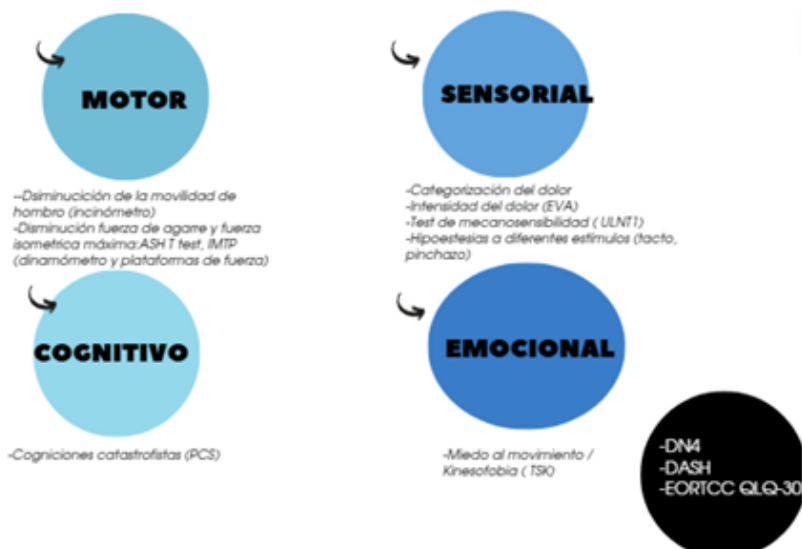
Mapa de dolor del paciente y sus descriptores.



Nota: Elaboración propia.

Figura 2

Valoración motora, sensorial, cognitiva y emocional propuesta.



Nota: Nota. ASH, Athletic Shoulder; DASH, Quick Disabilities of Arm, Shoulder & Hand; DN4, Douleur Neuropathique 4; EORTCC-QLQ 30; European Organisation for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire; IMTP; Isometric Might Thigh Pull; PCS, Pain Catastrophizing Scale;TSK-11, Tampa Scale of Kinesophobia; ULNT 1, Upper Limb Neurodynamic test; VAS, Visual Analogue Scale;Elaboración propia.

Tabla 2

Medidas de resultado analizadas.

METRICAS		RESULTADO T0 INICIO INTERVENCIÓN		RESULTADO T1 2 MESES		RESULTADO T2 4 MESES	
1-MOVILIDAD		<u>Izq.</u>	<u>Der.</u>	Izq.	Der.	Izq.	Der.
	Flexión	175 °	149°	170°	159°	175°	169°
	Abducción	171 °	145.5 °	174°	157°	175°	170°
	Rotación interna	85°	55°	87°	64°	87°	78°
	Prono						
	Rotación externa	90°	55°	91°	70°	90°	79°
	Supino						
La amplitud máxima de movimiento para la flexión y abducción es de 180°; para la extensión 45°; 65-90° para la rotación interna y 70-100° para la rotación externa							
2-HANDGRIP	1-Máxima fuerza (kg)	Izq. 25.4 kg	Der. 22 kg	25.8 kg	23.8 kg	26.2 kg	25.7 kg
	2-Asimetría (%)	13.4 %		7.8%		2%	
Valores normativos Vaid para mujeres entre 51 y 60 años. Percentil 50: 249 N lo que equivale a 25.4 kg.							
3-ASH T TEST	1-Maxima fuerza (N)	81 N	64 N	82.7 N	68.3N	83.1 N	74.7 N
		21%		17.5%		10.2%	
Valores normativos Vaid para mujeres entre 51 y 60 años. Percentil 50: 69 N lo que equivale a 7 kg.							
4.IMTP	1-Máxima Fuerza (N)	1813 N		1854 N		1870 N	
Valores normativos Vaid para mujeres entre 51 y 60 años. Percentil 50: 1569 N lo que equivale a 160 kg.							
PAIN INTENSITY	VAS (0-100)	56		41		31	
SINTOMAS Y CAPACIDAD FUNCIONAL MMII	DASH (0-100)	54.5%		31.8%		18.1%	
CALIDAD DE VIDA	EORTCC- QLQ 30	63.56		72		87	
KINESOFOBIA	TAMPA	29		22		14	
CATASTROFIZACIÓN	PCS	20		12		7	
DOLOR NEUROPÁTICO	DN4	6		5		4	

Nota: Nota. ASH, Athletic Shoulder; DASH, Quick Disabilities of Arm, Shoulder & Hand; DN4, Douleur Neuropathique 4; EORTCC-QLQ 30; European Organisation for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire; IMTP; Isometric Might Thigh Pull; PCS, Pain Catastrophizing Scale; TSK-11, Tampa Scale of Kinesophobia; VAS, Visual Analogue Scale; Elaboración propia.

Tabla 3

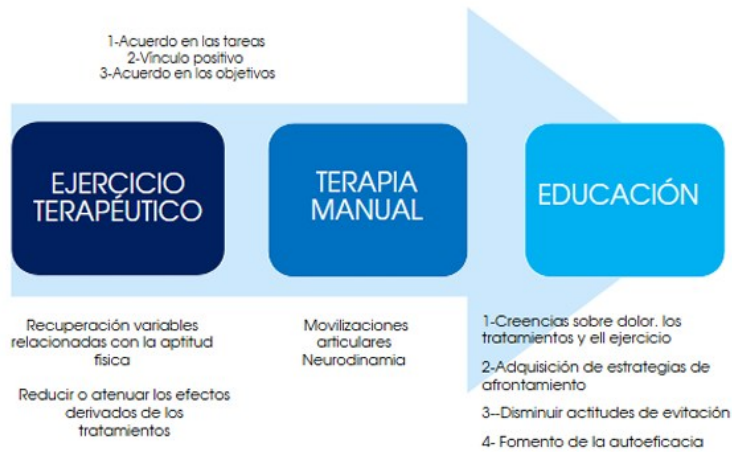
Esquema de tratamiento

Número Sesión	Esquema de Tratamiento
1 -2	Educación terapéutica (30 min) Diferencia daño y dolor y uso de estrategias de exposición gradual Terapia manual (30 min) Deslizamiento anterior, posterior grado 1-2 Kalterborn Ejercicio terapéutico (30 min): movilidad de hombro, columna dorsal y ejercicios de estabilización escapular 50% RM, 2-3 series 12 repeticiones de 25 posibles
3-4	Educación terapéutica (30 min) influencia del contexto, la atención y la memoria Deslizamiento anterior, posterior y caudal grado 1-2 Kalterborn Ejercicio terapéutico (30 min): movilidad de hombro, columna dorsal y ejercicios de estabilización escapular
5-6	Educación terapéutica (30 min) Vías inhibitorias descendentes del dolor y facilitadoras Sliders nervio mediano y deslizamiento anterior, posterior y caudal grado 1-2 Kalterborn Ejercicio terapéutico (30 min): movilidad de hombro, columna dorsal y ejercicios de estabilización escapular
7-8	Educación terapéutica (30 min) Influencia del estrés y las emociones Sliders y tensioners nervio mediano Ejercicio terapéutico (30 min): movilidad de hombro, columna dorsal y ejercicios de estabilización escapular. 70% RM, 2-3 series 6 repeticiones de 12 posibles
Semana 9 -12	Educación terapéutica: Uso de estrategias de afrontamiento activo, distracción cognitiva. Repaso de conceptos Inclusión ejercicios multiarticulares de miembro superior e inferior y Ejercicio aeróbico extensivo
Semana 13-16	Educación terapéutica recalls y progresión en el ejercicio terapéutico

Nota: RM, Repetición Máxima. Elaboración propia

Figura 3

Componentes del programa de intervención..



Nota: Elaboración propia.

Tabla 4
Periodización del programa de ejercicio.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Sesión	1-2	3-4	5-6	7-8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nº/IT sesión	2 sesiones semana supervisadas de 30 min					1 sesión semana supervisada de 60 minutos de duración / 2 sesiones a domicilio										
Fases	Trabajo analítico de complejo del hombro. Trabajos de movilidad y estabilización escapular					Trabajo de fuerza multifarticular I. Patrones básicos de dominantes de rodilla, cadera, tracciones y empujes *El ejercicio aeróbico se realizará a una intensidad de 60-65% FCR las primeras semanas hasta alcanzar el 75-80% FRC las últimas										
Series	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Repeticiones (CE) RIR	12 (25) BAJO	12 (25) BAJO	10(20) BAJO	6 (12) BAJO	8 (14) BAJO	10 (14) MEDIO	12 (14) ALTO RIR 2	12 (25) BAJO	6 (12) BAJO	8 (12) MEDIO	10 (12) ALTO RIR 2	12 (25) BAJO	5 (10) BAJO	6-7 (10) MEDIO	8(10) ALTO RIR 2	12 (25) BAJO
Intensidad de ejercicio (%RM)	50%	60%	60%	70%		65%		50%		70%				75%		50%
Repeticiones Totales/ejercicio	24	24	30	18	24	30	36	36	18	24	30	36	15	18-21	24	36
Nº ejercicio	4	4	5	5						3 mmil 2mmss						

Nota: RM, repetición máxima; CE, carácter del esfuerzo. Elaboración propia.

EL EJERCICIO EN EL MANEJO DEL DOLOR EN PACIENTES CON CÁNCER: EVIDENCIA Y APLICACIONES PRÁCTICAS

CARLOS PASCUAL PASERO

*Fisioterapia Pilates Eurovillas, Centro Comercial Eurovillas,
módulo A, local 6. Nuevo Baztán, 28514, Madrid.
Universidad Autónoma de Madrid,
Facultad de Medicina, Calle Arzobispo Morcillo, 4, 28029 Madrid*

1. INTRODUCCIÓN

El cáncer de mama es el segundo cáncer más diagnosticado a nivel mundial, según el informe de GLOBOCAN 2022 (Bray et al., 2024). Gracias al diagnóstico precoz, a los avances en los tratamientos y el conocimiento por parte de las mujeres de los primeros síntomas han hecho que la supervivencia haya aumentado notablemente en las últimas décadas. Sin embargo, las secuelas de los diferentes tratamientos son muchas, llegando a convertirse en crónicas. Una de las más frecuentes es el dolor. Se estima que hasta un 60% de las pacientes experimenta dolor durante los tratamientos oncológicos, y alrededor del 40% continúa refiriéndolo años después de finalizar la terapia (Peters et al., 2024).

El dolor puede manifestarse en estas mujeres en forma de dolor nociceptivo, nociplástico o neuropático, además refieren artralgias y limitaciones en el rango de movimiento (ROM), lo que repercute negativamente en la función y en las actividades de la vida diaria (Jariwala & Kaur, 2021).

Su manejo representa un reto clínico complejo, en parte porque su etiología es multifactorial y no completamente comprendida por los clínicos. Diversos componentes del tratamiento oncológico pueden contribuir al dolor persistente: las intervenciones quirúrgicas mamarias o axilares pueden provocar fibrosis y alteraciones biomecánicas; la quimioterapia —especialmente los Taxanos— se ha asociado con neuropatía

periférica; y tanto la radioterapia como la hormonoterapia prolongada contribuyen a la cronificación del dolor (Hamood et al., 2018).

Ante esta problemática, diferentes estrategias terapéuticas, especialmente las no farmacológicas están en auge en las últimas décadas. Multitud de investigaciones han puesto de manifiesto no sólo la importancia del ejercicio para mejorar la fuerza y la capacidad funcional, sino la eficacia en la disminución del dolor y en los mecanismos perpetuantes del mismo, y en definitiva en la mejorar de la calidad de vida (Dong et al., 2024a). Sin embargo, a pesar del creciente interés en esta área, aún no existe un consenso claro sobre cuál es el protocolo óptimo: ¿cuál es la frecuencia ideal de las sesiones, la intensidad adecuada, la duración óptima de cada sesión y el tipo de ejercicio que aporta mayores beneficios? La falta de estandarización en estos parámetros genera incertidumbre tanto en la práctica clínica como en la aplicación de las recomendaciones basadas en la evidencia.

En respuesta a esta brecha, este capítulo presenta una revisión narrativa para explorar y sintetizar la literatura científica publicada entre 2015 y 2025, con el fin de identificar los patrones comunes en los protocolos de ejercicio que han demostrado eficacia para la reducción del dolor en mujeres supervivientes de cáncer de mama. Además, se busca contrastar estos hallazgos con las actuales recomendaciones de entidades internacionales como el American College of Sports Medicine, que en 2019 publicó una declaración de consenso para mejorar la salud en esta población (Campbell et al., 2019). El capítulo se estructura en secciones que abordan la metodología utilizada para la selección de estudios, los resultados obtenidos en base a diferentes variables del protocolo (frecuencia, intensidad, duración y tipo de ejercicio) y la discusión crítica de los hallazgos en relación con la evidencia actual.

En conjunto, este trabajo pretende ofrecer una herramienta útil y actualizada para profesionales sanitarios acerca del papel del ejercicio en el manejo del dolor en mujeres supervivientes de cáncer de mama, proporcionando una guía práctica basada en la evidencia que oriente tanto a clínicos como a investigadores en la elaboración de protocolos de ejercicio optimizados.

Nuestro objetivo es analizar en los siguientes apartados la evidencia científica actual y proponer un programa de ejercicio para el manejo del

dolor en las mujeres supervivientes de cáncer de mama y ofrecer recomendaciones para la práctica clínica, basadas en el modelo FITT (Frecuencia, Intensidad, Tiempo y Tipo).

1.1. BASES FISIOPATOLÓGICAS Y MECANISMOS DE ACCIÓN

1.1.1. Secuelas producidas por el tratamiento del cáncer de mama

Los avances en los tratamientos del cáncer de mama han conseguido que la supervivencia relativa a los 5 años ascienda al 93%, ha desplazado el foco hacia la gestión de las secuelas crónicas derivadas de los tratamientos oncológicos (Gómez-Acebo et al., 2020). La cirugía, ya sea en la mama o en la axila pueden causar fibrosis, problemas en la cicatrización y alteraciones en la biomecánica del brazo afecto, lo que puede producir dolores persistentes y afectación en la vida diaria de estas mujeres (Koehler et al., 2022). Además, el tratamiento de quimioterapia está asociado con el desarrollo de la neuropatía periférica inducida por quimioterapia (CIPN) donde las mujeres refieren síntomas de adormecimiento, hormigueo, entumecimiento, quemazón y dolor en diferentes regiones del cuerpo. Esta condición afecta significativamente la calidad de vida y puede persistir a largo plazo en un porcentaje considerable de pacientes (Leysen et al., 2019).

La hormonoterapia, empleada habitualmente durante periodos prolongados como tratamiento adyuvante, provoca alteraciones hormonales que reducen los niveles de estrógenos. Esto contribuye a un estado inflamatorio crónico y altera la percepción del dolor, favoreciendo la aparición de artralgias, rigidez articular y molestias musculoesqueléticas generalizadas. Estas manifestaciones no solo afectan la funcionalidad física, sino que repercuten también en el estado emocional, el deseo sexual y el bienestar general (Beckwée et al., 2017).

1.1.2. Mecanismos fisiológicos del ejercicio en la modulación del dolor

El ejercicio físico ejerce un efecto analgésico a través de múltiples mecanismos fisiológicos. En primer lugar, tanto el ejercicio aeróbico como el entrenamiento de fuerza estimulan la liberación de endorfinas y otros opioides endógenos, que son sustancias generadas por el propio cuerpo

para generar analgesia (Bender et al., 2007). Asimismo, el ejercicio aumenta la circulación sanguínea en los músculos y tejidos nervioso, mejorando el aporte de oxígeno y nutrientes que favorecen la reparación y reduce la señalización del dolor (Sluka et al., 2018).

Los ejercicios de fuerza y elasticidad pueden mejorar la mecánica articular, favoreciendo la congruencia y la movilidad. Además, el ejercicio puede modular la producción de citoquinas proinflamatorias como la interleucina-6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), disminuyendo la inflamación sistémica y contribuyendo a un entorno menos nociceptivo (Sluka et al., 2018).

En el caso de la CPIN, se ha visto cómo programas de ejercicio adaptado pueden atenuar los síntomas de entumecimiento y hormigueo, al mismo tiempo que mejoran la función motora y la calidad de vida (Bland et al., 2019; Şimşek & Demir, 2021). Adicionalmente, ejercicios orientados al fortalecimiento y al equilibrio han demostrado favorecer la autorregulación sensorial y la disminución de la sensibilización central, un proceso en el que la estimulación continua y anormal de receptores nerviosos puede contribuir a la cronicidad del dolor. La combinación de estos mecanismos fisiológicos sustenta la aplicación del ejercicio en la rehabilitación oncológica, haciendo énfasis en intervenciones personalizadas que consideren las particularidades de cada paciente (Brett Whalen et al., 2022).

En conjunto, estos mecanismos respaldan el uso del ejercicio como herramienta terapéutica efectiva, siempre que sea prescrito de forma individualizada, progresiva y segura, teniendo en cuenta las características clínicas y funcionales de cada paciente.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este capítulo es analizar la evidencia científica existente sobre el ejercicio físico como estrategia terapéutica para el manejo del dolor en mujeres supervivientes de cáncer de mama. Para ello, se propone:

- Realizar una revisión narrativa de los estudios clínicos más relevantes publicados entre 2015 y 2025 que hayan evaluado el impacto del ejercicio sobre el dolor como variable principal.
- Identificar los parámetros óptimos de prescripción del ejercicio basados en el modelo FITT (Frecuencia, Intensidad, Tiempo y Tipo).
- Proponer una guía práctica para la aplicación clínica de programas de ejercicio personalizados orientados a mejorar la sintomatología dolorosa y la calidad de vida en esta población.

3. METODOLOGÍA

Para la elaboración de este capítulo se realizó una revisión de la literatura, centrada en estudios publicados entre 2015 y 2025. Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados que evaluaron el impacto del ejercicio físico en el manejo del dolor como variable principal en mujeres que han superado el cáncer de mama. La selección de artículos se realizó a través de bases de datos reconocidas (PubMed, Scopus y Web of Science), utilizando palabras clave tales como “exercise”, “breast cancer”, “pain management”, “frequency”, “intensity”, “duration”, y “type” utilizando operadores booleanos (AND, OR) para optimizar la recuperación de resultados relevantes. Solo se consideraron aquellos estudios que reportaron el dolor como variable principal, evaluado mediante escalas validadas como Cuestionario Breve de Dolor (CBD), la Escala Visual Analógica (VAS), el Numerical Rating Scale (NRS) y el Leeds Assessment of Neuropathic Symptoms and Signs (LANSS).

Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- Población: Mujeres supervivientes de cáncer de mama, independientemente del estadio o del tratamiento recibido.
- Intervención: Programas de ejercicio que especificaran parámetros relacionados con la frecuencia, intensidad, duración y tipo de ejercicio.

- Variable evaluada: Impacto en el dolor, medido de forma cuantitativa a través de indicadores validados en esta población.
- Diseño del estudio: Ensayos clínicos aleatorizados.
- Idioma: Artículos publicados en inglés o español.

Los criterios de exclusión

- Estudios con muestras mixtas (otros tipos de cáncer) sin datos desagregados.
- Intervenciones centradas exclusivamente en terapias complementarias sin componente de ejercicio.
- Artículos de revisión, editoriales, comentarios o estudios de caso únicos.

La metodología de análisis se estructuró en dos grandes fases: en la primera fase se realizó la extracción de datos relevantes de cada estudio, agrupándolos según las características de cada estudio, incluyendo país, tamaño muestral, características de la intervención, tipo de dolor evaluado, instrumentos de medida y principales resultados. En la segunda fase se efectuó una síntesis cualitativa. Se agruparon los estudios según las variables del modelo FITT (Frecuencia, Intensidad, Tiempo, Tipo) y se identificaron patrones comunes, divergencias metodológicas y niveles de evidencia asociados.

Además, se compararon los resultados con las recomendaciones más recientes del American College of Sports Medicine (ACSM), que establece parámetros específicos para la actividad física en supervivientes de cáncer, incluyendo metas semanales de ejercicio aeróbico y de fuerza.

3.1. VARIABLES ANALIZADAS

3.1.1. Frecuencia

Se analizó el número de sesiones semanales propuestas en cada estudio, buscando identificar si existían diferencias significativas entre protocolos de tres, cuatro o cinco sesiones semanales. La mayoría de los estudios coincidieron en que la frecuencia de tres a cinco sesiones es óptima

para inducir cambios fisiológicos sin llegar a provocar fatiga excesiva (Bland et al., 2019; Irwin et al., 2015; Kleckner et al., 2018; Şimşek & Demir, 2021).

3.1.2. Intensidad

La intensidad del ejercicio fue evaluada tomando como referencia el porcentaje de la Reserva de Frecuencia Cardíaca (HRR) o de la carga máxima (1RM) utilizada en cada protocolo. Se observó que un inicio en niveles moderados (50 %–60 % HRR o 1RM) resulta adecuado para permitir una adaptación progresiva, con una evolución hacia intensidades más elevadas (70 %–80 %) conforme se incrementa la tolerancia y la capacidad funcional de las pacientes (Ammitzbøll et al., 2020; Barbosa et al., 2021; Bland et al., 2019).

3.1.3. Duración

Se consideró tanto la duración de cada sesión (entre 30 y 75 minutos) como el período total de intervención (generalmente de 8 a 12 semanas) para determinar la eficacia a corto y mediano plazo en la reducción del dolor (Irwin et al., 2015; Kleckner et al., 2018; Şimşek & Demir, 2021).

3.1.4. Tipo de Ejercicio:

Se analizaron diversas modalidades, incluyendo:

- Ejercicios aeróbicos: Actividades como caminar y la bicicleta estática, orientadas a la mejora de la resistencia cardiovascular.
- Ejercicios de fortalecimiento muscular: Uso de pesas, bandas elásticas y otros dispositivos para la mejora de la fuerza y la masa muscular.
- Ejercicios de flexibilidad y equilibrio: Modalidades como Pilates y la movilización articular, orientadas a optimizar el rango de movimiento y disminuir la rigidez.
- Ejercicios multimodales: La combinación de diferentes tipos de ejercicio en un mismo protocolo para abordar de forma

integral las secuelas físicas (Ammitzbøll et al., 2020; Barbosa et al., 2021; Bland et al., 2019).

3.4. RECOMENDACIONES DE LA ACSM

Adicionalmente, se incluyeron en el análisis las recomendaciones actuales del ACSM que destacan la importancia de integrar de forma progresiva ejercicios aeróbicos y de resistencia, así como medidas preventivas contra el linfedema en pacientes con antecedentes de cirugía axilar. Según estas directrices, se debe alcanzar un mínimo de 150 minutos semanales de ejercicio aeróbico, complementado con al menos dos sesiones de entrenamiento de fuerza, para mejorar la salud general y el bienestar en supervivientes de cáncer de mama (Campbell et al., 2019).

La integración de estos parámetros en el análisis permitió abordar de forma detallada cómo un protocolo de ejercicio estructurado y personalizado puede potenciar los efectos terapéuticos en el manejo del dolor, facilitando la comparación entre diferentes estudios y estableciendo una línea guía para futuras investigaciones.

4. RESULTADOS

El análisis de la literatura permitió identificar características comunes en los protocolos de ejercicio que han demostrado eficacia para el manejo del dolor en mujeres supervivientes de cáncer de mama. A continuación, se presentan los principales hallazgos agrupados de acuerdo con las variables definidas:

4.1. FRECUENCIA DE LAS SESIONES

La mayoría de los estudios revisados sugieren que una frecuencia de tres a cinco sesiones semanales resulta la más adecuada para inducir respuestas fisiológicas favorables. Protocolos con tres sesiones semanales han mostrado mejoras significativas en la reducción del dolor y en la calidad de vida, sin comprometer la adherencia, especialmente cuando se combinan sesiones supervisadas con ejercicios autoadministrados en el hogar (Bland et al., 2019; Irwin et al., 2015; Kleckner et al., 2018; Şimşek & Demir, 2021). Esta combinación permite consolidar la

rutina de actividad física sin generar un exceso de carga que podría potencialmente incrementar la fatiga o provocar lesiones.

4.2. INTENSIDAD DEL EJERCICIO

La evidencia respalda la implementación de un programa que inicie con una intensidad moderada, definida en un rango del 50 % al 60 % de la HRR o del 1RM, con una progresión gradual hasta alcanzar niveles entre el 70 % y 80 % conforme se mejora la capacidad física de la paciente (Ammitzbøll et al., 2020; Barbosa et al., 2021; Bland et al., 2019). Este enfoque progresivo no solo permite un ajuste adecuado a la condición de cada individuo, sino que también favorece la activación de mecanismos analgésicos, como la liberación de endorfinas y la reducción de la inflamación sistémica, que contribuyen a la disminución de la percepción del dolor.

4.3. DURACIÓN DE LAS SESIONES E INTERVENCIÓN TOTAL

En cuanto a la duración, se observó que tanto sesiones individuales de entre 30 y 75 minutos como períodos totales de intervención de 8 a 12 semanas resultan efectivos para la consecución de beneficios analgésicos y funcionales (Irwin et al., 2015; Kleckner et al., 2018; Şimşek & Demir, 2021). Las intervenciones de corta duración pueden ser útiles para observar mejoras iniciales, mientras que aquellas de mayor duración proporcionan cambios más duraderos en la calidad de vida y en la capacidad funcional, permitiendo la consolidación de hábitos saludables y la adaptación progresiva a ejercicios de mayor intensidad.

4.4. TIPO DE EJERCICIO

El análisis de los estudios destaca la efectividad de los programas multimodales, que integran diversas modalidades de ejercicio. Así, se evidencia que:

- Ejercicios aeróbicos, como caminar o el uso de bicicleta estática, contribuyen a mejorar la resistencia cardiovascular y favorecen una respuesta analgésica sistémica (Barbosa et al., 2021; Bland et al., 2019).

- Ejercicios de fortalecimiento muscular, mediante la aplicación de bandas elásticas, pesas y otros métodos de resistencia progresiva, son fundamentales para mejorar la fuerza y la estabilidad, reduciendo la sensación de dolor musculoesquelético (Ammitzbøll et al., 2020; Kleckner et al., 2018; Şimşek & Demir, 2021).
- Ejercicios de flexibilidad y equilibrio, como el Pilates y la movilización articular, permiten mejorar la movilidad y prevenir rigideces que pueden intensificar el dolor. Estas modalidades contribuyen, además, a la coordinación y al control postural, aspectos críticos en la rehabilitación de pacientes que han sido sometidas a intervenciones quirúrgicas y a tratamientos oncológicos agresivos (Giron et al., 2025; Irwin et al., 2015).

4.5. INTEGRACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES ACSM

El análisis de las guías propuestas por el ACSM refleja una coherencia importante con los hallazgos empíricos: la integración de 150 minutos semanales de ejercicio aeróbico y al menos dos sesiones de entrenamiento de fuerza parece ser un estándar efectivo para promover mejoras tanto en la salud cardiovascular como en la reducción del dolor (Campbell et al., 2019). Estos parámetros, cuando se combinan adecuadamente con una progresión en intensidad y un enfoque multimodal, potencian los efectos del ejercicio y aseguran un mayor cumplimiento por parte de las pacientes.

4.6. REACCIONES ADVERSAS Y SEGURIDAD DE LAS INTERVENCIONES

Un aspecto crucial para la aplicación práctica del ejercicio en pacientes con cáncer es la seguridad y la ausencia de complicaciones:

- En los estudios revisados, no se reportaron complicaciones ni reacciones adversas significativas durante la realización de las intervenciones.
- Este hecho es particularmente relevante en poblaciones vulnerables, donde la fatiga, el deterioro del sistema inmune y otros factores pueden incrementar el riesgo de eventos adversos.

La evidencia sugiere que, siempre que las intervenciones sean adaptadas a la capacidad individual y se realice un adecuado monitoreo (por ejemplo, mediante escalas de esfuerzo percibido o de frecuencia cardíaca), el ejercicio terapéutico es seguro y puede implementarse como complemento en el manejo integral del dolor.

La **adherencia a los programas fue alta**, especialmente en intervenciones con sesiones presenciales o híbridas (presenciales + domiciliarias), con tasas que superan el 80% en varios estudios. Esto sugiere que el ejercicio es no solo eficaz y seguro, sino también aceptable y viable para la mayoría de las mujeres supervivientes de cáncer de mama.

Recomendaciones prácticas:

Parámetro FITT	Recomendación
Frecuencia	3 a 5 sesiones por semana
Intensidad	Inicio en 50–60% de HRR o 1RM, con progresión hasta 70–80%
Tiempo	30 a 75 minutos por sesión
Tipo de ejercicio	Ejercicio multimodal: aeróbico, fuerza, flexibilidad y equilibrio
Duración del programa	8 a 12 semanas como mínimo
Supervisión	Preferiblemente sesiones supervisadas o híbridas
Seguridad	Adaptación individual, monitoreo con escalas de esfuerzo, sin eventos adversos relevantes
Objetivo terapéutico	Reducción del dolor, mejora funcional y calidad de vida

5. DISCUSIÓN

La incorporación del ejercicio en la rehabilitación de mujeres supervivientes de cáncer de mama representa un cambio paradigmático que aborda no solo la remisión del dolor sino también la mejora integral de la función física y la calidad de vida. Las evidencias disponibles sugieren que los programas multimodales –basados en la combinación de ejercicio aeróbico, de resistencia y ejercicios específicos de movilidad y equilibrio– son particularmente eficaces para reducir la intensidad del dolor y mejorar la capacidad funcional del miembro superior (Campbell et al., 2019; Irwin et al., 2015).

El ejercicio genera unos beneficios fisiológicos mediante la inducción de una serie de respuestas biológicas que pueden explicar la reducción en la percepción del dolor. En primer lugar, se ha documentado que el ejercicio regular favorece la liberación de endorfinas,

neurotransmisores implicados en la modulación del dolor, lo que genera un efecto analgésico (Barbosa et al., 2021). Además, la activación de mecanismos antiinflamatorios y la mejora en la circulación sanguínea permiten una adecuada oxigenación de los tejidos, reduciendo la presencia de mediadores inflamatorios que suelen exacerbar las sensaciones dolorosas. Estos efectos no solo actúan a nivel local, sino que también tienen una repercusión sistémica que contribuye a mejorar el estado general de salud de la paciente (Sluka et al., 2018).

Por otra parte, el fortalecimiento muscular y el incremento de la capacidad aeróbica permiten una mejor estabilización del sistema musculoesquelético, lo que puede disminuir el estrés sobre las articulaciones y los tejidos blandos afectados por los tratamientos oncológicos (Giron et al., 2025; Şimşek & Demir, 2021). La mejora de la fuerza y la resistencia también se asocia con un incremento en la actividad física diaria, lo que a su vez puede generar un círculo virtuoso de bienestar y reducción del dolor.

Los resultados analizados enfatizan la necesidad de personalizar los protocolos de ejercicio. La heterogeneidad en la respuesta al tratamiento es un aspecto fundamental, dado que cada paciente presenta diferentes niveles de tolerancia, capacidades funcionales y experiencias previas de dolor. Por ello, iniciar la intervención con intensidades moderadas (50 %–60 % HRR) y permitir una progresión gradual a medida que se observe una mejora en la tolerancia resulta una estrategia óptima (Barbosa et al., 2021; Bender et al., 2007; Campbell et al., 2019). Este enfoque adaptativo no solo favorece la adherencia a la intervención, sino que también disminuye el riesgo de sobrecarga o de lesiones asociadas al ejercicio. De hecho, una revisión sistemática del 2024 afirma que el ejercicio frente a grupo control no tiene diferencias significativas en la mejora del dolor, pero es beneficioso (Dong et al., 2024b).

También es destacable el papel del ejercicio en el abordaje de la **neuropatía periférica inducida por quimioterapia (CIPN)**. Los estudios revisados indican que programas bien diseñados pueden atenuar síntomas como hormigueo, entumecimiento y dolor urente, a la vez que mejoran la función motora. Este hallazgo es clínicamente relevante, ya que la CIPN afecta hasta un 68% de las pacientes en el primer mes tras la

quimioterapia y puede cronificarse en un número significativo de casos (Kleckner et al., 2018; Şimşek & Demir, 2021).

La recomendación del ACSM de combinar ejercicios aeróbicos y de resistencia refuerza esta idea de un enfoque múltiple y progresivo (Campbell et al., 2019). En pacientes que han sido sometidas a cirugías axilares, el riesgo de linfedema es una consideración crítica, y la incorporación de ejercicios específicos para prevenir esta complicación es fundamental para garantizar una rehabilitación segura y eficaz.

6. CONCLUSIONES

La evidencia actual respalda el papel del ejercicio físico como una estrategia terapéutica eficaz para el manejo del dolor en mujeres supervivientes de cáncer de mama. La revisión de la literatura analizada sugiere que un protocolo estructurado, que contemple una frecuencia de tres a cinco sesiones semanales, una progresión de la intensidad desde niveles moderados (50 %–60 % HRR) hasta intensidades más elevadas (70 %–80 %), y sesiones con una duración de entre 30 y 75 minutos, resulta efectivo para disminuir la intensidad del dolor y mejorar la calidad de vida. La combinación multimodal – integrando ejercicios aeróbicos, de fortalecimiento muscular y de flexibilidad/ equilibrio – se erige como la estrategia más prometedora para abordar de forma integral tanto los componentes físicos como los psicoemocionales del dolor (Barbosa et al., 2021; Campbell et al., 2019; giron et al., 2025; Irwin et al., 2015; Şimşek & Demir, 2021).

Los hallazgos revisados permiten proponer una pauta general basada en el modelo FITT que se resume de la siguiente manera:

- Frecuencia: Entre tres y cinco sesiones por semana.
- Intensidad: Iniciar en niveles moderados (50 %–60 % HRR o 1RM) y progresar hacia intensidades más altas (hasta 70 %–80 %) según tolerancia.
- Tiempo: Duración de las sesiones entre 30 y 75 minutos; intervención mínima de 8 semanas.

- Tipo: Programas multimodales que integren ejercicio aeróbico, de fuerza, de flexibilidad y de equilibrio.

Además, las recomendaciones del ACSM refuerzan la necesidad de alcanzar 150 minutos semanales de ejercicio aeróbico complementados por dos sesiones de entrenamiento de fuerza, parámetros que deben considerarse en el diseño de futuros protocolos (Campbell et al., 2019). Este enfoque integral no solo potencia la respuesta analgésica del organismo mediante mecanismos neurofisiológicos, sino que también favorece un mayor compromiso de la paciente en su proceso de rehabilitación.

Es fundamental que los profesionales sanitarios —incluyendo oncólogos, fisioterapeutas, enfermeras y especialistas en ejercicio— colaboren en el diseño y seguimiento de programas individualizados, teniendo en cuenta no solo el tipo de dolor, sino también las condiciones físicas, emocionales y sociales de cada paciente.

La integración del ejercicio en la rehabilitación oncológica no solo debe ser una recomendación, sino una práctica sistematizada y accesible, basada en la mejor evidencia disponible. En este sentido, es necesario que futuras investigaciones profundicen en:

- La diferenciación de efectos según tipo de dolor (neuropático, nociplástico, nociceptivo).
- La eficacia de modalidades específicas como el Pilates o el entrenamiento funcional.
- El seguimiento a largo plazo de los beneficios del ejercicio sobre el dolor.

En conclusión, el ejercicio físico se presenta como una herramienta clave en la mejora de la sintomatología dolorosa en mujeres supervivientes de cáncer de mama. La implementación de protocolos estructurados y personalizados en entornos clínicos y comunitarios podría representar un avance significativo en la rehabilitación oncológica. Es imperativo que los futuros estudios aborden las limitaciones actuales y exploren nuevas estrategias y tecnologías para optimizar la eficacia de estas intervenciones, garantizando una mejora sostenida en la calidad de vida de esta población vulnerable.

8. REFERENCIAS

- Ammitzbøll, G., Andersen, K. G., Bidstrup, P. E., Johansen, C., Lanng, C., Kroman, N., Zerah, B., Hyldegaard, O., Andersen, E. W., & Dalton, S. O. (2020). Effect of progressive resistance training on persistent pain after axillary dissection in breast cancer: A randomized controlled trial. *Breast Cancer Research and Treatment*, 179(1), 173–183. <https://doi.org/10.1007/s10549-019-05461-z>
- Barbosa, K. de P., da Silva, L. G. T., Garcia, P. A., Freitas, C. de A., da Silva, E. C. F., Pereira, T. V., Alves, A. T., & Matheus, L. B. G. (2021). Effectiveness of Pilates and circuit-based exercise in reducing arthralgia in women during hormone therapy for breast cancer: A randomized, controlled trial. *Supportive Care in Cancer: Official Journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 29(10), 6051–6059. <https://doi.org/10.1007/s00520-021-06180-2>
- Beckwée, D., Leysen, L., Meuwis, K., & Adriaenssens, N. (2017). Prevalence of aromatase inhibitor-induced arthralgia in breast cancer: A systematic review and meta-analysis. *Supportive Care in Cancer: Official Journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 25(5), 1673–1686. <https://doi.org/10.1007/s00520-017-3613-z>
- Bender, T., Nagy, G., Barna, I., Tefner, I., Kádas, E., & Géher, P. (2007). The effect of physical therapy on beta-endorphin levels. *European Journal of Applied Physiology*, 100(4), 371–382. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0469-9>
- Bland, K. A., Kirkham, A. A., Bovard, J., Shenkier, T., Zucker, D., McKenzie, D. C., Davis, M. K., Gelmon, K. A., & Campbell, K. L. (2019). Effect of Exercise on Taxane Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy in Women With Breast Cancer: A Randomized Controlled Trial. *Clinical Breast Cancer*, 19(6), 411–422. <https://doi.org/10.1016/j.clbc.2019.05.013>
- Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Soerjomataram, I., & Jemal, A. (2024). Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 74(3), 229–263. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>
- Brett Whalen, L., Zachary Wright, W., Kundur, P., Angadi, S., & Modesitt, S. C. (2022). Beneficial effects of exercise on chemotherapy-induced peripheral neuropathy and sleep disturbance: A review of literature and proposed mechanisms. *Gynecologic Oncology Reports*, 39, 100927. <https://doi.org/10.1016/j.gore.2022.100927>
- Campbell, K. L., Winters-Stone, K. M., Wiskemann, J., May, A. M., Schwartz, A. L., Courneya, K. S., Zucker, D. S., Matthews, C. E., Ligibel, J. A., Gerber, L. H., Morris, G. S., Patel, A. V., Hue, T. F., Perna, F. M., & Schmitz, K. H. (2019). Exercise Guidelines for Cancer Survivors: Consensus Statement from International Multidisciplinary Roundtable. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(11), 2375–2390. <https://doi.org/10.1249/MSS.00000000000002116>

- Dong, J., Wang, D., & Zhong, S. (2024a). Effects of different exercise types and cycles on pain and quality of life in breast cancer patients: A systematic review and network meta-analysis. *PloS One*, 19(7), e0300176. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300176>
- Giron, P. S., Haddad, C. A. S., Lopes De Almeida Rizzi, S. K., Elias, S., Nazário, A. C. P., & Facina, G. (2025). Effect of Exercise Therapy, Systemic Acupuncture and Silicon Oxide Tablets on Muscular Strength, Lymphedema, and Quality of Life in Breast Cancer Survivors: Randomized Clinical Trial. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention: APJCP*, 26(3), 799–808. <https://doi.org/10.31557/APJCP.2025.26.3.799>
- Gómez-Acebo, I., Dierssen-Sotos, T., Palazuelos-Calderón, C., Pérez-Gómez, B., Amiano, P., Guevara, M., Molina, A. J., Domingo, L., Fernández-Ortiz, M., Moreno, V., Alguacil, J., Fernández-Tardón, G., Ibáñez, J., Marcos-Gragera, R., Diaz-Santos, M., Alonso, M. H., Alonso-Molero, J., Castaño-Vinyals, G., Palomo, A. G., ... Llorca, J. (2020). Tumor characteristics and survivorship in a cohort of breast cancer: The MCC-Spain study. *Breast Cancer Research and Treatment*, 181(3), 667–678. <https://doi.org/10.1007/s10549-020-05600-x>
- Hamood, R., Hamood, H., Merhasin, I., & Keinan-Boker, L. (2018). Chronic pain and other symptoms among breast cancer survivors: Prevalence, predictors, and effects on quality of life. *Breast Cancer Research and Treatment*, 167(1), 157–169. <https://doi.org/10.1007/s10549-017-4485-0>
- Irwin, M. L., Cartmel, B., Gross, C. P., Ercolano, E., Li, F., Yao, X., Fiellin, M., Capozza, S., Rothbard, M., Zhou, Y., Harrigan, M., Sanft, T., Schmitz, K., Neogi, T., Hershman, D., & Ligibel, J. (2015). Randomized exercise trial of aromatase inhibitor-induced arthralgia in breast cancer survivors. *Journal of Clinical Oncology : Official Journal of the American Society of Clinical Oncology*, 33(10), 1104–1111. <https://doi.org/10.1200/JCO.2014.57.1547>
- Jariwala, P., & Kaur, N. (2021). A descriptive study on prevalence of arm/shoulder problems and its impact on quality of life in breast cancer survivors. *Indian Journal of Cancer*, 58(2), 201–206. https://doi.org/10.4103/ijc.IJC_22_19
- Kleckner, I. R., Kamen, C., Gewandter, J. S., Mohile, N. A., Heckler, C. E., Culakova, E., Fung, C., Janelins, M. C., Asare, M., Lin, P. J., Reddy, P. S., Giguere, J., Berenberg, J., Kesler, S. R., & Mustian, K. M. (2018). Effects of Exercise during Chemotherapy on Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy: A Multicenter, Randomized Controlled Trial. *Supportive Care in Cancer : Official Journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 26(4), 1019. <https://doi.org/10.1007/S00520-017-4013-0>

- Koehler, L., Day, A., Hunter, D., Blaes, A., Haddad, T., & Shanley, R. (2022). Five-Year Cumulative Incidence of Axillary Web Syndrome and Comparison in Upper Extremity Movement, Function, Pain, and Lymphedema in Survivors of Breast Cancer With and Without Axillary Web Syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 103(9), 1798–1806. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2022.03.007>
- Leysen, L., Adriaenssens, N., Nijs, J., Pas, R., Bilterys, T., Vermeir, S., Lahousse, A., & Beckwée, D. (2019). Chronic Pain in Breast Cancer Survivors: Nociceptive, Neuropathic, or Central Sensitization Pain? *Pain Practice : The Official Journal of World Institute of Pain*, 19(2), 183–195. <https://doi.org/10.1111/PAPR.12732>
- Peters, M., Butson, G., Mizrahi, D., Denehy, L., Lynch, B. M., & Swain, C. T. V. (2024). Physical activity and pain in people with cancer: A systematic review and meta-analysis. *Supportive Care in Cancer*, 32(3), 145. <https://doi.org/10.1007/s00520-024-08343-3>
- Şimşek, N. Y., & Demir, A. (2021). Cold Application and Exercise on Development of Peripheral Neuropathy during Taxane Chemotherapy in Breast Cancer Patients: A Randomized Controlled Trial. *Asia-Pacific Journal of Oncology Nursing*, 8(3), 255–266. <https://doi.org/10.4103/apjon.apjon-2075>
- Sluka, K. A., Frey-Law, L., & Hoeger Bement, M. (2018). Exercise-induced pain and analgesia? Underlying mechanisms and clinical translation. *Pain*, 159 Suppl 1(Suppl 1), S91–S97. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001235>

DIFERENCIAS DEL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA DE SUPERVIVIENTES DE CÁNCER DE MAMA TRATADAS CON Y SIN QUIMIOTERAPIA. ESTUDIO COMPARATIVO TRANSVERSAL

CARLOS PASCUAL PASERO

Fisioterapia Pilates Eurovillas

ALBERTO ARRIBAS ROMANO

Universidad Rey Juan Carlos

IRENE DE LA ROSA DÍAZ

Universidad Rey Juan Carlos

1. INTRODUCCIÓN

El cáncer de mama es el tipo de cáncer más diagnosticado en mujeres a nivel mundial aunque su supervivencia ha aumentado hasta el 93% en las últimas dos décadas gracias a los avances en los tratamientos (Gómez-Acebo et al., 2020). Sin embargo, las secuelas producidas por estos tratamientos son cada vez más prevalentes (Bray et al., 2024). Los abordajes quirúrgicos para el tratamiento del cáncer de mama más habituales, como la mastectomía radical, la cirugía conservadora de la mama, la biopsia del ganglio linfático centinela, la linfadenectomía, así como los tratamientos adyuvantes, como la radioterapia, la quimioterapia, la hormonoterapia y la inmunoterapia, pueden generar diversas secuelas crónicas que afectan al 90%, ya sean administrados de manera aislada o combinada (Lovelace et al., 2019). Entre las secuelas más frecuentes, se encuentran la disminución de la fuerza en un 30% y de un 38,6% de la capacidad aeróbica (Cuesta-Vargas et al., 2020), la sarcopenia (presente en aproximadamente un 13,9% de las supervivientes del cáncer de mama (SCM) (Morlino et al., 2022), la alteración de la imagen corporal, la calidad de vida, la afectación de las extremidades, las trombosis linfáticas superficiales, con una incidencia acumulada del 50% a los

5 años (Koehler et al., 2022), linfedema con una incidencia conjunta del 21,9% (Shen et al., 2022) y acumulada del 13,7% a los 5 años (McDuff et al., 2019). Además, fenómenos dolorosos como síndrome de mama fantasma ha sido documentada en un 12% a los seis meses (Divella et al., 2020) y al 10,7% a los 3 años (Fontes et al., 2016). Otra secuela prevalente es la fatiga, una mayor actividad física se asoció con menor fatiga y dolor, las supervivientes activas reportaron niveles significativamente más bajos de fatiga y menos dolor, comparadas con las de baja actividad (Leitzelar et al., 2025). Además, las mujeres SCM también presenta un mayor riesgo de aumento de peso, disfunción metabólica por lo cual es muy importante la implementación de estrategias para mejorar su salud mediante la alimentación y la actividad física (Yaw et al., 2011). Durante el tratamiento de quimioterapia neoadyuvante, no se observan cambios en la cantidad de actividad física según el cuestionario GPAQ, medido antes, a las 8 semanas y al finalizar el tratamiento aunque si encontraron disminución de la masa muscular y en la capacidad de ejercicio en las primeras 8 semanas pero se mantuvo similar posteriormente (Mallard et al., 2023). Esta inactividad física asociada a la sarcopenia puede suponer un mayor riesgo de mortalidad. Además, la menor capacidad cardiorrespiratoria está asociada a un mayor riesgo de cáncer, mortalidad y letalidad (Robsahm et al., 2016). Se ha encontrado en las SCM un mayor riesgo de desarrollar problemas cardiovasculares, este aumento en el riesgo no se manifiesta inmediatamente, sino a partir de los 7 años tras el diagnóstico y es en el grupo de quimioterapia donde está más asociada con un mayor riesgo de muerte por problemas cardiovasculares en comparación con mujeres que no han sufrido cáncer (Bradshaw et al., 2016). Según las directrices del Colegio Americano de Medicina del Deporte, la realización de ejercicio es seguro durante la administración del tratamiento como después, por otro lado, si no pueden ser tan físicamente activos deben evitar la inactividad y hacer ejercicio en la medida de sus capacidades y condiciones lo permitan (Pennington & McTiernan, 2018). Entre los factores que dificultan la actividad física en esta población, se incluye el dolor, la limitación del rango de movimiento que puede afectar al 17,2% a los 10 años del tratamiento (Laws et al., 2024), el deterioro funcional tras

linfadenectomía axilar con la movilidad limitada hasta en el 31% y dolor reportado por el 79% de las pacientes (Devoogdt et al., 2011).

Por otro lado, la recomendación activa por parte del personal sanitario incrementa significativamente la probabilidad de adopción del ejercicio físico. La falta de seguimiento y personalización en las indicaciones podría estar afectando negativamente la adherencia a largo plazo. La actividad física es la recomendación más promovida por los profesionales de salud para el manejo de la fatiga relacionada con el cáncer. En concreto, un 74% de las pacientes informaron haber recibido esta recomendación al finalizar el tratamiento oncológico. Existe una disparidad significativa entre la recomendación y la adopción de la actividad física: solo el 36% de las pacientes la implementaron de forma sostenida seis meses después de la finalización del tratamiento (Di Meglio et al., 2022). Por el contrario, la actividad física previa al inicio de la quimioterapia no se asoció con una mayor tasa de finalización del tratamiento ni con una mejor respuesta tumoral (Baker et al., 2022). En otro estudio que también incluyen mujeres SCM que recibieron quimioterapia neoadyuvante afirman que las pacientes con mayor nivel de actividad física antes del diagnóstico presentaron un menor riesgo de interrupciones en la quimioterapia, menores tasas de reducción de dosis y retrasos en el tratamiento (Lin et al., 2024).

Para valorar el nivel de actividad física, la Organización Mundial de la Salud creó el cuestionario autoinformado GPAQ, que genera estimaciones válidas y fiables sobre la actividad física en los países desarrollados. Está validado en cáncer y en la población española (Cleland et al., 2014; Ruiz-Casado et al., 2016). No obstante, existen propuestas más exhaustivas para realizar una evaluación integral y objetiva de los sistemas energéticos implicados en el movimiento humano —aeróbico, anaeróbico aláctico y anaeróbico láctico—. Estos sistemas son fundamentales para establecer un perfil basal de capacidad funcional y guiar una prescripción individualizada y segura del ejercicio terapéutico. En esta línea, el equipo de Cuesta Vargas propusieron un modelo de evaluación funcional basado en pruebas accesibles y reproducibles que permiten valorar de manera diferenciada cada sistema energético, combinando datos objetivos (frecuencia cardíaca) y subjetivos (percepción

del esfuerzo), lo cual facilita la monitorización y dosificación del ejercicio en este grupo de pacientes (Cuesta-Vargas et al., 2020).

Por último, la evaluación del dolor, un síntoma prevalente y limitante en esta población, puede ser llevada a cabo mediante diferentes escalas, es la Escala Numérica o NRS una de las más utilizadas, aunque en los últimos años se está implementando en mayor medida el uso del Cuestionario Breve de Dolor, dado que es una herramienta más completa debido a su capacidad para evaluar tanto la intensidad como la interferencia del dolor en la vida diaria, aportando una visión más completa del impacto funcional del mismo (Badia et al., 2003).

Nuestra hipótesis sugiere que no hay diferencia en la actividad física entre las mujeres con dolor o alteración de la sensibilidad que hayan sido tratadas con quimioterapia versus radioterapia.

2. OBJETIVOS

- Objetivo principal: comparar los niveles de actividad física de las SCM tratadas con quimioterapia frente a los niveles de actividad física de las SCM tratadas sin quimioterapia. Se pretende determinar si existen diferencias significativas en la actividad física habitual entre ambos grupos de pacientes tras haber completado sus tratamientos oncológicos.
- Objetivo secundario: examinar la asociación entre el nivel de actividad física de estas supervivientes y la intensidad del dolor percibido, así como la interferencia del dolor en sus actividades diarias. Este objetivo busca explorar si el dolor crónico o las alteraciones de la sensibilidad derivadas del cáncer y sus tratamientos guardan relación con la cantidad de actividad física que realizan las pacientes.

3. METODOLOGÍA

Diseño del estudio: estudio multicéntrico llevado a cabo en el Hospital Universitario de Torrejón (HUT) y en el Hospital Universitario Infanta Leonor (HUIL), ambos situados en la Comunidad de Madrid (España),

desde el año 2022 hasta la actualidad, con Comité de Ética nº CSEULS-PI-044/2021. El estudio cumple con la declaración de Helsinki de 1964. Los datos de las pacientes son tratados según el RGPD 2016/679 y la ley orgánica 03/2018 de 5 de diciembre. Todas las participantes han firmado el consentimiento informado antes de comenzar el estudio.

Criterios de inclusión y exclusión: se incluyeron en el estudio las pacientes intervenidas de cáncer de mama unilateral con dolor o alteración de la sensibilidad en el miembro superior afectado desde la intervención quirúrgica o la administración de alguno de los tratamientos adyuvantes, tras un mínimo de seis meses a 5 años. Sin embargo, se excluyeron del estudio las pacientes con cáncer de mama bilateral, recidiva locorregional, cualquier otro carcinoma, neuropatías asociadas a enfermedades sistémicas, metabólicas o infecciosas (diabetes, artritis reumatoide, mielomas...), dificultades en la comprensión del español, y aquellas que presentaron síntomas de características neuropáticas o dolor neurogénico en las regiones evaluadas antes del tratamiento del cáncer de mama.

Proceso de reclutamiento: En cada centro hospitalario se siguió un muestreo no probabilístico de conveniencia. En el HUIL, la reclutadora principal (una fisioterapeuta, MA) recibió de la Dra. Magda Palka una base de datos de pacientes intervenidas de cáncer de mama que cumplían a priori los criterios de inclusión. A estas pacientes se las contactó telefónicamente para invitarles a participar en el estudio. Aquellas que otorgaron su consentimiento verbal inicial fueron citadas en el hospital para una evaluación presencial, asignándoseles un código de identificación numérico para pseudoanonimización. En el momento de la cita, las participantes se presentaron al equipo investigador con su nombre de pila y su número de identificación asignado. La reclutadora recopiló en una hoja de Excel los datos médicoquirúrgicos relevantes de cada paciente (por ejemplo, características del tumor y tratamientos recibidos, extraídos de la historia clínica) y los compartió con el equipo evaluador para su preparación. Por su parte, en el HUT, la Dra. María José Galán, desde la consulta de patología mamaria, identificó y propuso la participación en el estudio a mujeres bajo seguimiento que cumplían los criterios de selección. A las interesadas se les entregó la hoja de información del estudio y, tras firmar el consentimiento informado, se

registraron sus datos de contacto. Posteriormente, la Dra. Galán compartió con los investigadores (CP y GB) la información médico-quirúrgica básica y el teléfono de cada paciente incluida, a través de un fichero seguro. Seguidamente, los fisioterapeutas del equipo (CP, GB, AC y GS) se encargaron de contactar a estas mujeres para agendar la cita de evaluación en el hospital, siguiendo el mismo proceso de identificación y pseudoanonimización descrito.

Evaluación y recogida de datos: En la visita de evaluación, los fisioterapeutas (CP, GB, AC y GS) tras verificar los criterios de elegibilidad y responder a posibles dudas, se procedió a recopilar la información mediante entrevista y cuestionarios autoinformados en el caso del HUIL, en el HUT se entregaba la hoja de información y firmaban el consentimiento informado. A continuación, cada participante completó un cuestionario de datos sociodemográficos y antropométricos, incluyendo edad, altura, peso, estado civil, situación laboral y antecedentes personales relevantes. Asimismo, se recogieron datos clínicos y quirúrgicos relacionados con el proceso oncológico: fecha de la cirugía mamaria, lado afectado, presencia de linfedema en la extremidad superior, tipo de cirugía mamaria realizada (mastectomía o conservación) y tipo de cirugía axilar (linfadenectomía o biopsia de ganglio centinela), tratamientos adyuvantes recibidos (quimioterapia, radioterapia, hormonoterapia y/o terapias biológicas) y fechas de inicio/fin de dichos tratamientos. Tras esta entrevista inicial, se procedió a la administración de los siguientes cuestionarios autoinformados validados, con la presencia de un investigador fisioterapeuta para aclarar dudas y asegurar la calidad de los datos:

3.1. CUESTIONARIOS AUTOINFORMADOS

3.1.1. Cuestionario sobre Actividad Física Global (GPAQ)

El nivel de actividad física se evaluó utilizando el autoinformado GPAQ, creado por la Organización Mundial de la Salud. Este cuestionario está validado para su uso en pacientes con cáncer y en la población española. Las mujeres fueron agrupadas en inactivas (<100), ligeramente activas (100-1951), moderadas (1952-5724) y vigorosas (≤ 5725). El cuestionario aborda la actividad física en el trabajo, ocio y

en los desplazamientos. Además, incluye información del sedentarismo aportando el tiempo diario sentado o recostado, excluyendo el tiempo de sueño (Cleland et al., 2014).

3.1.2. Cuestionario Breve de Dolor

La valoración del impacto del dolor en la calidad de vida se realizó con el autocuestionario informado Cuestionario Breve de Dolor (BPI) La versión consta de 11 ítems, 4 para la parte de intensidad y 7 para las interferencias que genera el dolor en las actividades diarias de los pacientes. Este cuestionario multimodal tiene una puntuación total de 32, las mujeres valoran individualmente la intensidad del dolor más intenso, leve, medio y actual en las últimas 24 horas, además del grado de interferencia en 7 ámbitos funcionales 1) actividad general, 2) estado de ánimo, 3) capacidad para caminar, 4) trabajo normal, 5) relaciones con otras personas, 6) sueño y 7) disfrute de la vida, utilizando una escala de 0 (sin dolor) a 10 (dolor tan intenso como pueda imaginar) (Tan et al., 2004). La fiabilidad test-retest en una población oncológica mixta osciló entre 0,59 y 0,9390, con dolor metastásico osciló entre 0,81 y 0,89 (alfa de Cronbach) (Wu et al., 2010). La validez de constructo halló tres factores, intensidad del dolor, interferencia de la actividad e interferencia afectiva, que eran invariables en función de la edad, la enfermedad y la etnia (Atkinson et al., 2011).

3.1.3. Escala numérica (NRS)

Valora el dolor en una escala de 0 a 10, en la que 0 indica «Ningún dolor» y 10 «El peor dolor posible». La NRS tiene una reproducibilidad al medir las exacerbaciones del dolor de K de Cohen de 0,86, mientras que la reproducibilidad de escala al evaluar el dolor es K de Cohen de 0,80 (Brunelli et al., 2010).

3.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los análisis se realizaron con Stata versión 16.1 (Stata-Corp LLC, College Station, TX, USA). Las variables continuas se describieron mediante media y desviación estándar, y las variables categóricas mediante frecuencias y porcentajes.

El nivel de actividad física, expresado en MET-minutos por semana y categorías (inactividad, ligero, moderado, vigoroso), se comparó entre ambos grupos mediante prueba U de Mann-Whitney para las variables continuas y prueba exacta de Fisher para las categorías.

Las asociaciones entre el nivel de actividad física total y las dimensiones del dolor (intensidad e interferencia, medidas con NRS y BPI) se evaluaron mediante correlaciones de Spearman.

Se consideró un nivel de significación estadística de $p < 0.05$.

4. RESULTADOS

Descripción de la muestra y características clínicas (Tabla 1)

Se analizaron 54 pacientes, de los cuales 35 (64.8%) recibieron quimioterapia y 19 (35.2%) no. La edad media de la muestra fue 54.22 ± 8.93 años, sin diferencias significativas entre grupos (53.09 ± 9.33 años en el grupo con quimioterapia y 56.32 ± 7.94 años en el grupo sin quimioterapia).

No se observaron diferencias significativas en talla, peso ni en las puntuaciones de dolor (NRS afecto, BPI intensidad, BPI interferencia) o calidad de vida relacionada con el cáncer (EORTC QLQ-BR23) entre ambos grupos (Tabla 1).

En cuanto a variables categóricas, el estado civil, estado laboral, miembro superior afecto, presencia de linfedema, hormonoterapia y radioterapia no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (Tabla 1).

TABLA 1. *Características de la población*

	Recibieron quimioterapia (n=35)	No recibieron quimioterapia (n=19)	Total (n=54)
Edad (años)	53.09 ± 9.33	56.32 ± 7.94	54.22 ± 8.93
Talla (cm)	159.71 ± 6.32	161.58 ± 5.72	160.37 ± 6.13
Peso (kg)	67.97 ± 12.91	70.11 ± 12.51	68.72 ± 12.70
NRS Afecto	4.17 ± 2.64	4.18 ± 2.21	4.17 ± 2.47
BPI Intensidad	12.83 ± 8.60	15.11 ± 9.59	13.63 ± 8.94
BPI Interferencia	23.26 ± 20.90	24.26 ± 18.33	23.61 ± 19.86

EORTC QLQ-BR23	46.49 ± 15.88	45.53 ± 14.86	46.15 ± 15.39
Estado civil			
- Casada	24 (68.6%)	13 (68.4%)	37 (68.5%)
- Soltera	5 (14.3%)	4 (21.1%)	9 (16.7%)
- Divorciada	4 (11.4%)	2 (10.5%)	6 (11.1%)
- Viuda	2 (5.7%)	0 (0.0%)	2 (3.7%)
Estado laboral			
- Activa	23 (65.7%)	12 (63.2%)	35 (64.8%)
- Inactiva	12 (34.3%)	7 (36.8%)	19 (35.2%)
Miembro superior Afecto			
- Derecho	1 (2.9%)	8 (42.1%)	9 (16.7%)
- Izquierdo	34 (97.1%)	11 (57.9%)	45 (83.3%)
Linfedema			
- Sí	13 (37.1%)	1 (5.3%)	14 (25.9%)
- No	22 (62.9%)	18 (94.7%)	40 (74.1%)
Hormonoterapia			
- Sí	27 (81.8%)	17 (89.5%)	44 (84.6%)
- No	6 (18.2%)	2 (10.5%)	8 (15.4%)
Radioterapia			
- Sí	32 (97.0%)	18 (94.7%)	50 (96.2%)
- No	1 (3.0%)	1 (5.3%)	2 (3.8%)

Diferencias en el nivel de actividad física entre pacientes con y sin quimioterapia

El nivel medio de actividad física, medido en MET-minutos por semana, fue 5591.4 ± 7292.8 en pacientes que recibieron quimioterapia y 6872.2 ± 9750.7 en los que no la recibieron, sin diferencias significativas ($z = 0.254$; $p = 0.800$).

En la categorización del nivel de actividad física, las proporciones de pacientes inactivos, con actividad ligera, moderada y vigorosa fueron similares entre ambos grupos ($p = 0.578$, prueba exacta de Fisher). Por ejemplo, la inactividad se presentó en un 8.6% de los pacientes con quimioterapia y en ningún paciente sin quimioterapia (Tabla 2).

TABLA 2. Diferencias en el nivel de actividad física entre las pacientes que recibieron quimioterapia y las que no.

Variable	Recibieron quimioterapia (n=35)	No recibieron quimioterapia (n=19)	Estadístico	p-valor
Actividad física (MET-min/semana) (media ± DE)	5591.4 ± 7292.8	6872.2 ± 9750.7	$z = 0.254$	0.800 ¹
Nivel de actividad física (%)			Fisher exacto	0.578 ²
– Inactividad	3 (8.6%)	0 (0.0%)		
– Ligero	8 (22.9%)	7 (36.8%)		
– Moderado	14 (40.0%)	7 (36.8%)		
– Vigoroso	10 (28.6%)	5 (26.3%)		

¹ Prueba de rangos de Wilcoxon (Mann-Whitney).

² Prueba exacta de Fisher (debido a frecuencias esperadas bajas).

Correlaciones entre actividad física y severidad del dolor (Tabla 3)

No se encontraron correlaciones significativas entre el nivel total de actividad física y las dimensiones de dolor evaluadas:

Actividad física vs. intensidad del dolor en NRS: $p = -0.042$, $p = 0.769$

Actividad física vs. intensidad del dolor en BPI: $p = 0.176$, $p = 0.213$

Actividad física vs. interferencia del dolor en BPI: $p = 0.033$, $p = 0.818$

Estos resultados sugieren que en esta muestra el nivel de actividad física no está relacionado con la severidad ni la interferencia del dolor (Tabla 3).

TABLA 3. Correlaciones de Spearman entre actividad física y dolor

Variables	ρ (Spearman)	p-valor
Actividad física total vs. Intensidad del dolor (NRS)	-0.042	0.769
Actividad física total vs. Intensidad del dolor (BPI)	0.176	0.213
Actividad física total vs. Interferencia del dolor (BPI)	0.033	0.818

NRS: Escala Numérica del Dolor.

BPI: Cuestionario Breve del Dolor (Brief Pain Inventory).

ρ : coeficiente de correlación de Spearman.

5. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas en los niveles de actividad física entre mujeres SCM tratadas con quimioterapia y aquellas que no la recibieron. Aunque el grupo tratado con quimioterapia presentó una mayor proporción de inactividad, esta diferencia no fue significativa. Este hallazgo es consistente con investigaciones que indican que las SCM tratadas con quimioterapia aparece una disminución actividad física (Sedrak et al., 2024). En cuanto a las recomendaciones de actividad física moderada y vigorosa semanal alcanzaron las mujeres SCM el 41%, mientras que en nuestra muestra alcanzo el 68,6% en el grupo de quimioterapia y el 63,1% en el grupo de no quimioterapia (Leitzelar et al., 2025). Para lo cual, hay publicaciones que apoyan el ejercicio como terapia para mejorar el estado cardiorrespiratorio en los pacientes de cáncer (Scott et al., 2018). Además, la actividad física reduce el riesgo de mortalidad de las SCM hasta en un 40% debido a mecanismos primarios que implican la disminución de los niveles de hormonas sexuales, la resistencia a la insulina y la inflamación (Friedenreich et al., 2022). En cuanto a la capacidad de recibir recomendaciones por parte de los profesionales sanitarios para realizar ejercicio físico, encontraron diferencias donde las mujeres que recibieron quimioterapia fueron menos propensas a recibir la recomendación de practicar ejercicio comparadas con aquellas que recibieron únicamente cirugía y/o radioterapia, lo que puede explicar los resultados obtenidos (Di Meglio et al., 2022).

Por otra parte, aunque no se encontraron diferencias en el nivel de actividad física según la exposición a quimioterapia, llama la atención la proporción de pacientes clasificadas como inactivas, especialmente en el grupo que recibió quimioterapia. Este dato subraya la importancia de detectar y abordar de manera específica las barreras al ejercicio en pacientes oncológicas, particularmente en aquellas con antecedentes de tratamientos agresivos. Por lo tanto, es muy importante estrategias de ejercicio para producir cambios de comportamiento a corto plazo en la actividad física, donde intervenciones altamente estructuradas tendieron a producir mayores efectos de cambio de comportamiento en general, pero muchos tamaños de efecto mayores provinieron de

intervenciones apoyadas por asesoramiento telefónico o correo electrónico (Bluethmann et al., 2015). Además, parece ser que tanto la actividad física recreativa como estructurada se asocia a una mejor supervivencia global y libre de enfermedad en mujeres SCM (Friedenreich et al., 2022). Por tanto, es importante la actividad física regular porque favorece la activación de células inmunitarias antitumorales y la liberación de citoquinas antiinflamatorias, lo que puede mejorar la vigilancia tumoral y reducir el riesgo de metástasis (Schmidt et al., 2017).

En cuanto a la relación entre el nivel de actividad física y las dimensiones del dolor, no se hallaron correlaciones significativas. Estos resultados contrastan con investigaciones que han reportado una asociación entre mayor actividad física y menor intensidad de dolor en mujeres SCM (Aydin et al., 2021) o el mantenimiento de un peso saludable mediante ejercicio regular está relacionado con una mejor calidad de vida y menor riesgo de eventos adversos. En concreto, un aumento de peso del 10% implica un 23% más de riesgo de mortalidad (McTiernan, 2018). Sin embargo, la falta de asociación en este estudio podría explicarse por el diseño transversal, la variabilidad individual en la percepción del dolor, y la posibilidad de sesgo en el reporte subjetivo del nivel de ejercicio.

6. CONCLUSIONES

Estos resultados preliminares muestran que los niveles de actividad física no parecen ser diferentes en SCM tratadas con quimioterapia en comparación con SCM tratadas sin quimioterapia. No obstante, estos resultados preliminares muestran la tendencia a mayor número de SCM inactivas tras el tratamiento de quimioterapia. El nivel de actividad física parece no estar asociado a la intensidad ni la interferencia del dolor. No obstante, la literatura indica que el ejercicio puede desempeñar un papel fundamental en la mejora de la salud física, inmunológica y psicológica en esta población. Es fundamental promover estrategias de intervención que favorezcan la incorporación de la actividad física como parte integral de la rehabilitación oncológica.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Agradecemos de forma especial al Hospital Universitario de Torrejón y al Hospital Universitario Infanta Leonor por su colaboración en este proyecto, facilitando el espacio físico y los medios necesarios para llevar a cabo las evaluaciones, así como al personal sanitario involucrado en el reclutamiento de participantes. Sin vuestro apoyo y compromiso, esta investigación no hubiera sido posible.

Del mismo modo, nuestro más sincero agradecimiento a todas las mujeres SCM que, de manera voluntaria y desinteresada, dedicaron su tiempo y esfuerzo para participar en el estudio. Su generosidad al compartir sus experiencias y datos personales, con el objetivo de ayudar a otras mujeres que transiten por situaciones similares, es invaluable. Este trabajo está dedicado a ellas y pretende contribuir a mejorar la atención y calidad de vida de todas las afectadas por el cáncer de mama.

Finalmente, reconocemos la labor de todo el equipo investigador y colaboradores del proyecto de fenotipado del dolor en SCM, del cual este estudio forma parte.

Agradecemos a la Universidad Rey Juan Carlos y al Centro de Estudio Universitarios La Salle por el apoyo. Esperamos que los hallazgos de este capítulo sienten las bases para futuras investigaciones y mejoras clínicas en el ámbito de la rehabilitación oncológica.

8. REFERENCIAS

- Atkinson, T. M., Rosenfeld, B. D., Sit, L., Mendoza, T. R., Fruscione, M., Lavene, D., Shaw, M., Li, Y., Hay, J., Cleeland, C. S., Scher, H. I., Breitbart, W. S., & Basch, E. (2011). Using confirmatory factor analysis to evaluate construct validity of the Brief Pain Inventory (BPI). *Journal of Pain and Symptom Management*, 41(3), 558–565. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2010.05.008>
- Aydin, M., Kose, E., Odabas, I., Meric Bingul, B., Demirci, D., & Aydin, Z. (2021). The Effect of Exercise on Life Quality and Depression Levels of Breast Cancer Patients. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention: APJCP*, 22(3), 725–732. <https://doi.org/10.31557/APJCP.2021.22.3.725>
- Badia, X., Muriel, C., Gracia, A., Manuel Núñez-Olarte, J., Perulero, N., Gálvez, R., Carulla, J., & S. Cleeland, C. (2003). [Validation of the Spanish version of the Brief Pain Inventory in patients with oncological pain]. *Medicina Clinica*, 120(2), 52–59. [https://doi.org/10.1016/S0025-7753\(03\)73601-X](https://doi.org/10.1016/S0025-7753(03)73601-X)

- Baker, J. L., Di Meglio, A., Gbenou, A. S., El Mouhebb, M., Iyengar, N. M., Michiels, S., Cottu, P., Lerebours, F., Coutant, C., Lesur, A., Tredan, O., Vanlemmens, L., Jouannaud, C., Hrab, I., Everhard, S., Martin, A.-L., Arveux, P., Fabrice, A., Vaz-Luis, I., & Jones, L. W. (2022). Association between physical activity and neoadjuvant chemotherapy completion and pathologic complete response in primary breast cancer: The CANTO study. *British Journal of Cancer*, 127(5), 886–891. <https://doi.org/10.1038/s41416-022-01870-y>
- Bluethmann, S. M., Vernon, S. W., Gabriel, K. P., Murphy, C. C., & Bartholomew, L. K. (2015). Taking the next step: A systematic review and meta-analysis of physical activity and behavior change interventions in recent post-treatment breast cancer survivors. *Breast Cancer Research and Treatment*, 149(2), 331–342. <https://doi.org/10.1007/s10549-014-3255-5>
- Bradshaw, P. T., Stevens, J., Khankari, N., Teitelbaum, S. L., Neugut, A. I., & Gammon, M. D. (2016). Cardiovascular Disease Mortality Among Breast Cancer Survivors. *Epidemiology*, 27(1), 6. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000394>
- Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Soerjomataram, I., & Jemal, A. (2024). Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 74(3), 229–263. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>
- Brunelli, C., Zecca, E., Martini, C., Campa, T., Fagnoni, E., Bagnasco, M., Lanata, L., & Caraceni, A. (2010). Comparison of numerical and verbal rating scales to measure pain exacerbations in patients with chronic cancer pain. *Health and Quality of Life Outcomes*, 8, 42. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-8-42>
- Cleland, C. L., Hunter, R. F., Kee, F., Cupples, M. E., Sallis, J. F., & Tully, M. A. (2014). Validity of the global physical activity questionnaire (GPAQ) in assessing levels and change in moderate-vigorous physical activity and sedentary behaviour. *BMC Public Health*, 14, 1255. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-1255>
- Cuesta-Vargas, A. I., Buchan, J., Pajares, B., Alba, E., Trinidad-Fernández, M., Ruiz-Medina, S., García-Almeida, J. M., Ríos-López, M. J., & Roldán-Jiménez, C. (2020). Energy System Assessment in Survivors of Breast Cancer. *Physical Therapy*, 100(3), 438–446. <https://doi.org/10.1093/PTJ/PZZ177>
- Devoogdt, N., Van Kampen, M., Christiaens, M. R., Troosters, T., Piot, W., Beets, N., Nys, S., & Gosselink, R. (2011). Short- and long-term recovery of upper limb function after axillary lymph node dissection. *European Journal of Cancer Care*, 20(1), 77–86. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2354.2009.01141.x>

- Di Meglio, A., Charles, C., Martin, E., Havas, J., Gbenou, A., Flaysakier, J.-D., Martin, A.-L., Everhard, S., Laas, E., Chopin, N., Vanlemmens, L., Jouannaud, C., Levy, C., Rigal, O., Fournier, M., Soulie, P., Scotte, F., Pistilli, B., Dumas, A., ... Vaz-Luis, I. (2022). Uptake of Recommendations for Posttreatment Cancer-Related Fatigue Among Breast Cancer Survivors. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network: JNCCN*, 20(13). <https://doi.org/10.6004/jnccn.2021.7051>
- Divella, M., Vetrugno, L., Bertozzi, S., Seriau, L., Cedolini, C., & Bove, T. (2020). Patient-reported pain and other symptoms among breast cancer survivors: Prevalence and risk factors. *Tumori Journal*, 106(6), 480–490. <https://doi.org/10.1177/0300891620908930>
- Fontes, F., Pereira, S., Castro-Lopes, J. M., & Lunet, N. (2016). A prospective study on the neurological complications of breast cancer and its treatment: Updated analysis three years after cancer diagnosis. *The Breast*, 29, 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.breast.2016.06.013>
- Friedenreich, C. M., Morielli, A. R., Lategan, I., Ryder-Burbidge, C., & Yang, L. (2022). Physical Activity and Breast Cancer Survival-Epidemiologic Evidence and Potential Biologic Mechanisms. *Current Nutrition Reports*, 11(4), 717–741. <https://doi.org/10.1007/s13668-022-00431-2>
- Gómez-Acebo, I., Dierssen-Sotos, T., Palazuelos-Calderón, C., Pérez-Gómez, B., Amiano, P., Guevara, M., Molina, A. J., Domingo, L., Fernández-Ortiz, M., Moreno, V., Alguacil, J., Fernández-Tardón, G., Ibáñez, J., Marcos-Gragera, R., Diaz-Santos, M., Alonso, M. H., Alonso-Molero, J., Castaño-Vinyals, G., Palomo, A. G., ... Llorca, J. (2020). Tumour characteristics and survivorship in a cohort of breast cancer: The MCC-Spain study. *Breast Cancer Research and Treatment*, 181(3), 667–678. <https://doi.org/10.1007/s10549-020-05600-x>
- Koehler, L., Day, A., Hunter, D., Blaes, A., Haddad, T., & Shanley, R. (2022). Five-Year Cumulative Incidence of Axillary Web Syndrome and Comparison in Upper Extremity Movement, Function, Pain, and Lymphedema in Survivors of Breast Cancer With and Without Axillary Web Syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 103(9), 1798–1806. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2022.03.007>
- Laws, A., Lagendijk, M., Grossmith, S., Hughes, M., Lin, N. U., Mittendorf, E. A., Eliassen, A. H., King, T. A., & Dominici, L. S. (2024). Long-Term Patient-Reported Arm Symptoms in Breast Cancer Survivors. *Annals of Surgical Oncology*, 31(3), 1623–1633. <https://doi.org/10.1245/s10434-023-14711-w>
- Leitzelar, B. N., Crawford, S. L., Levine, B., Ylitalo, K. R., Colvin, A. B., Gabriel, K. P., Greendale, G. A., & Avis, N. E. (2025). Physical activity and quality of life among breast cancer survivors: Pink SWAN. *Supportive Care in Cancer: Official Journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 33(2), 101. <https://doi.org/10.1007/s00520-025-09156-8>

- Lin, D., Sturgeon, K. M., Muscat, J. E., Zhou, S., Hobkirk, A. L., O'Brien, K. M., Sandler, D. P., & Thompson, C. L. (2024). Associations of pre-diagnosis physical activity with treatment tolerance and treatment efficacy in breast cancer patients with neoadjuvant chemotherapy. *Breast Cancer (Tokyo, Japan)*, 31(3), 519–528. <https://doi.org/10.1007/s12282-024-01569-3>
- Lovelace, D. L., McDaniel, L. R., & Golden, D. (2019). Long-Term Effects of Breast Cancer Surgery, Treatment, and Survivor Care. *Journal of Midwifery & Women's Health*, 64(6), 713–724. <https://doi.org/10.1111/jmwh.13012>
- Mallard, J., Hucteau, E., Schott, R., Trens, P., Pflumio, C., Kalish-Weindling, M., Favret, F., Pivot, X., Hureau, T. J., & Pagano, A. F. (2023). Early skeletal muscle deconditioning and reduced exercise capacity during (neo)adjuvant chemotherapy in patients with breast cancer. *Cancer*, 129(2), 215–225. <https://doi.org/10.1002/cncr.34533>
- McDuff, S. G. R., Mina, A. I., Brunelle, C. L., Salama, L., Warren, L. E. G., Abouegylah, M., Swaroop, M., Skolny, M. N., Asdourian, M., Gillespie, T., Daniell, K., Sayegh, H. E., Naoum, G. E., Zheng, H., & Taghian, A. G. (2019). Timing of Lymphedema After Treatment for Breast Cancer: When Are Patients Most At Risk? *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, 103(1), 62–70. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2018.08.036>
- McTiernan, A. (2018). Weight, physical activity and breast cancer survival. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 77(4), 403–411. <https://doi.org/10.1017/S0029665118000010>
- Morlino, D., Marra, M., Cioffi, I., Santarpia, L., De Placido, P., Giuliano, M., De Angelis, C., Carrano, S., Verrazzo, A., Buono, G., Naccarato, M., Di Vincenzo, O., Speranza, E., De Placido, S., Arpino, G., & Pasanisi, F. (2022). Prevalence of Sarcopenia in Women with Breast Cancer. *Nutrients*, 14(9), 1839. <https://doi.org/10.3390/nut14091839>
- Pennington, K. P., & McTiernan, A. (2018). The role of physical activity in breast and gynecologic cancer survivorship. *Gynecologic Oncology*, 149(1), 198–204. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2018.01.020>
- Robsahm, T. E., Falk, R. S., Heir, T., Sandvik, L., Vos, L., Erikssen, J. E., & Tretli, S. (2016). Measured cardiorespiratory fitness and self-reported physical activity: Associations with cancer risk and death in a long-term prospective cohort study. *Cancer Medicine*, 5(8), 2136–2144. <https://doi.org/10.1002/cam4.773>
- Ruiz-Casado, A., Alejo, L. B., Santos-Lozano, A., Soria, A., Ortega, M. J., Pagola, I., Fiuza-Luces, C., Palomo, I., Garatachea, N., Cebolla, H., & Lucia, A. (2016). Validity of the Physical Activity Questionnaires IPAQ-SF and GPAQ for Cancer Survivors: Insights from a Spanish Cohort. *International Journal of Sports Medicine*, 37(12), 979–985. <https://doi.org/10.1055/s-0042-103967>

- Schmidt, T., van Mackelenbergh, M., Wesch, D., & Mundhenke, C. (2017). Physical activity influences the immune system of breast cancer patients. *Journal of Cancer Research and Therapeutics*, 13(3), 392–398. <https://doi.org/10.4103/0973-1482.150356>
- Scott, J. M., Zabor, E. C., Schwitzer, E., Koelwyn, G. J., Adams, S. C., Nilsen, T. S., Moskowitz, C. S., Matsoukas, K., Iyengar, N. M., Dang, C. T., & Jones, L. W. (2018). Efficacy of Exercise Therapy on Cardiorespiratory Fitness in Patients With Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Oncology: Official Journal of the American Society of Clinical Oncology*, 36(22), 2297–2305. <https://doi.org/10.1200/JCO.2017.77.5809>
- Sedrak, M. S., Sun, C.-L., Bae, M., Freedman, R. A., Magnuson, A., O'Connor, T., Moy, B., Wildes, T. M., Klepin, H. D., Chapman, A. E., Tew, W. P., Dotan, E., Fenton, M. A., Kim, H., Katheria, V., Muss, H. B., Cohen, H. J., Gross, C. P., & Ji, J. (2024). Functional Decline in Older Breast Cancer Survivors Treated with and without Chemotherapy and Non-Cancer Controls: Results from the Hurria Older PatiEnts (HOPE) Prospective Study. *Journal of Cancer Survivorship : Research and Practice*, 18(4), 1131–1143. <https://doi.org/10.1007/s11764-024-01594-3>
- Shen, A., Lu, Q., Fu, X., Wei, X., Zhang, L., Bian, J., Qiang, W., & Pang, D. (2022). Risk factors of unilateral breast cancer-related lymphedema: An updated systematic review and meta-analysis of 84 cohort studies. *Supportive Care in Cancer*, 31(1), 18. <https://doi.org/10.1007/s00520-022-07508-2>
- Tan, G., Jensen, M. P., Thornby, J. I., & Shanti, B. F. (2004). Validation of the Brief Pain Inventory for chronic nonmalignant pain. *The Journal of Pain*, 5(2), 133–137. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2003.12.005>
- Wu, J. S. Y., Beaton, D., Smith, P. M., & Hagen, N. A. (2010). Patterns of pain and interference in patients with painful bone metastases: A brief pain inventory validation study. *Journal of Pain and Symptom Management*, 39(2), 230–240. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2009.07.006>
- Yaw, Y. H., Shariff, Z. M., Kandiah, M., Mun, C. Y., Yusof, R. M., Othman, Z., Saibul, N., Weay, Y. H., & Hashim, Z. (2011). Weight changes and lifestyle behaviors in women after breast cancer diagnosis: A cross-sectional study. *BMC Public Health*, 11, 309. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-309>

SECCIÓN VII.

ACTIVIDAD FÍSICA, FITNESS Y NUTRICIÓN

ENTRENAMIENTO DE FUERZA CON DISPOSITIVOS INERCIALES: EVALUACIÓN BIOMECÁNICA DE EJES CILÍNDRICOS Y CÓNICOS EN LA SENTADILLA

CARLOS GALIANO DE LA ROCHA
Universidad Loyola Andalucía

GONZALO REVERTE PAGOLA
Universidad CEU Cardenal Espínola

JOSÉ LUIS GIL DELGADO
Universidad de Sevilla

JOSÉ ANTONIO ASIÁN CLEMENTE
Universidad Pablo de Olavide

1. INTRODUCCIÓN

El entrenamiento de fuerza ha sido una piedra angular en la preparación física de los deportistas, tanto en modalidades individuales como en deportes de equipo. Tradicionalmente, los métodos de entrenamiento se han basado en el uso de pesas libres, máquinas de pesas y ejercicios isométricos para mejorar la fuerza, la potencia y la resistencia muscular. Sin embargo, en los últimos años, han emergido nuevas tecnologías que prometen revolucionar los métodos tradicionales de entrenamiento. Entre estas innovaciones, los dispositivos inerciales rotatorios (RIDs, por sus siglas en inglés) han ganado popularidad debido a sus características únicas de generación de resistencia, especialmente en la fase excéntrica del movimiento. Estos dispositivos aprovechan el momento de inercia de un volante giratorio para ofrecer una resistencia máxima tanto en la fase concéntrica como en la excéntrica del movimiento (Tesch et al., 2004; Norrbrand et al., 2008). A diferencia de los métodos tradicionales, donde la resistencia es constante, el diseño y funcionamiento de los RIDs proporcionan una resistencia variable a lo largo de las repeticiones

durante el entrenamiento. Durante la fase concéntrica, el deportista debe generar fuerza para acelerar el eje mientras que en la fase excéntrica se produce una desaceleración de la rotación del mismo, lo que exige un esfuerzo adicional para frenar el movimiento (Nuñez et al., 2020). Este fenómeno genera una mayor activación muscular en la fase excéntrica, que se traduce en una mayor sobrecarga y un potencial de mejora superior al de los métodos tradicionales de entrenamiento con pesas libres, que no cuentan con una sobrecarga excéntrica tan pronunciada (Norrbbrand et al., 2008). Los RIDs presentan diferentes configuraciones de ejes, como los ejes cilíndricos horizontales (YY) y los ejes cónicos verticales (CP), que influyen las respuestas biomecánicas del atleta durante el ejercicio. Con respecto a la respuesta biomecánica del deportista en el uso de los RIDs, sabemos que a medida que aumentan los momentos de inercia, se observan aumentos considerables en las variables cinéticas y cinemáticas en YY y CP (Carroll et al., 2018; Martínez-Aranda & Fernández-Gonzalo, 2017). En los dispositivos YY, la fuerza pico excéntrica es mayor que la fuerza pico concéntrica, pero la fuerza promedio de aceleración es mayor que la fuerza promedio de desaceleración, independientemente del momento de inercia utilizado (Tesch et al., 2004; Tous-Fajardo et al., 2006). Sin embargo, actualmente no se ha comparado la fuerza y velocidad producidas en los dispositivos YY frente a los CP durante las fases excéntrico-concéntrico.

Además de la capacidad de generar sobrecarga excéntrica, los RIDs permiten una mayor variabilidad en la fuerza aplicada dentro de la serie de entrenamiento, lo que introduce un grado de imprevisibilidad en la ejecución del ejercicio. Esta variabilidad puede tener beneficios importantes en el rendimiento deportivo, ya que imita mejor las condiciones de fuerza que un deportista experimenta durante actividades deportivas dinámicas, que suelen involucrar variaciones rápidas de fuerza y dirección (Gonzalo-Skok et al. 2017). Sin embargo, esta variabilidad también puede ser una desventaja si no se maneja adecuadamente, ya que puede dificultar el control preciso de la carga y la progresión del entrenamiento. En estadios del entrenamiento donde el objetivo es preparar al deportista para la competición, la variabilidad en la carga puede ser beneficiosa, pero en otros contextos como pueden ser etapas tempranas

tras una lesión, puede dificultar la creación de una carga progresiva controlada, esencial para el desarrollo de la fuerza de manera segura y efectiva (Nuñez et al., 2021). Por lo tanto, entender cómo la variabilidad en la aplicación de la fuerza en los RIDs afecta el rendimiento y la adaptación muscular es clave para diseñar programas de entrenamiento que aprovechen sus ventajas sin generar efectos indeseados.

Investigaciones recientes se han centrado en analizar cómo cambian las variables cinéticas y cinemáticas con diferentes cargas durante el ejercicio de sentadillas utilizando medios de entrenamiento de fuerza tradicionales (TRT) y RIDs (Behm & Sale, 1993; Muñoz-López et al., 2022; Timon et al., 2019; Zink et al., 2006). En el caso del TRT, las curvas de fuerza vertical muestran un primer pico asociado con el inicio de la fase concéntrica, seguido por un breve periodo de disminución de la producción de fuerza, y un segundo pico que se intensifica con cargas más pesadas (Swinton et al., 2012). Este segundo pico está consistentemente asociado con una mayor velocidad de la barra para cargas entre el 30% y el 70% de la repetición máxima (Zink et al., 2006). Comprender las relaciones entre la resistencia externa, la fuerza y la velocidad en el entrenamiento de fuerza es fundamental, ya que programas con diferentes velocidades de movimiento han demostrado resultar en un aumento específico de la fuerza en relación con la velocidad (Behm & Sale, 1993). Además, el análisis de la relación entre fuerza y tiempo en diferentes puntos de la repetición podría proporcionar una mayor comprensión sobre la dinámica de la conexión entre las múltiples articulaciones involucradas en el movimiento de sentadilla (Behm & Sale, 1993).

2. OBJETIVOS

Los objetivos comunes de este capítulo son comparar y analizar los perfiles de fuerza y velocidad generados por diferentes RID durante el ejercicio de media sentadilla, así como evaluar la influencia de la experiencia de los atletas en su rendimiento. Este capítulo busca entender cómo las variaciones en el diseño de los dispositivos (ejes horizontales cilíndricos versus ejes cónicos verticales) afectan las variables biomecánicas y cómo estas diferencias en la aplicación de la fuerza y la velocidad

pueden influir en la mejora del rendimiento deportivo. Además, se estudia la variabilidad en la aplicación de la fuerza durante las fases concéntrica y excéntrica del movimiento, y cómo este factor podría ser relevante en contextos de rehabilitación, como el tratamiento de la tendinopatía. También se compara el impacto de la sobrecarga excéntrica (EO) en estos dispositivos, con el fin de determinar su eficacia en el entrenamiento de fuerza y en la mejora del rendimiento deportivo en diversas condiciones de carga e inercia.

3. METODOLOGÍA

3.1. SUJETOS

Los participantes fueron hombres jóvenes y físicamente activos. En su mayoría, tenían entre 20 y 30 años, con características físicas similares, como una altura promedio de 1.75 m y un peso de alrededor de 75 kg. Todos eran individuos sanos, sin lesiones musculoesqueléticas previas que pudieran interferir con su desempeño. Se incluyeron deportistas con experiencia en RIDs, así como aquellos sin ella, para comparar los efectos de la experiencia en la ejecución de la sentadilla con (RIDs) frente a métodos tradicionales. Los sujetos fueron seleccionados según su nivel de actividad física y se les instruyó a abstenerse de realizar actividad intensa en las 24 horas previas a las pruebas, asegurando que los resultados no estuvieran sesgados por la fatiga acumulada.

3.2. PROCEDIMIENTOS

En los días de tests con RIDs, el calentamiento consistió en entre 7 y 10 minutos de actividad cardiovascular ligera (trote en cinta o bicicleta estática), seguido de ejercicios de movilidad articular y una serie de 7 repeticiones submáximas en ambos medios (sentadilla con RIDs y con pesas libres). Una vez realizado el calentamiento, en los test en los que comparamos las variables biomecánicas con RIDs, los sujetos realizaron 3 series de 7 repeticiones con diferentes unidades de inercia (intensidades). Las unidades empleadas fueron 0.11, 0.22 y 0.33 kg·m², y se movilizaron de forma aleatoria. Una sesión se empleó para VP y otra para YY. Durante la ejecución, se instruyó a los participantes a que

realizaran el movimiento con la máxima velocidad en la fase concéntrica y frenaran el movimiento en el último tercio del movimiento en la fase excéntrica, con el objetivo de detener el volante del dispositivo antes de iniciar la siguiente repetición y de producir picos de fuerza en la fase excéntrica más elevados.

En el caso de la comparación de RIDs con pesos libres, los sujetos realizaron 2 series de 7 repeticiones con una intensidad de $0.055 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. La velocidad media propulsiva más rápida obtenida en una repetición fue guardada para una posterior comparación con la carga movilizada (kg) en la sentadilla tradicional.

3.2.1. Ejecución de las Sentadillas con Pesas Libres

En otra sesión diferente a la empleada con RIDs, los participantes llevaron a cabo sentadillas tradicionales utilizando pesos libres, lo que permitió una comparación directa entre ambos métodos de entrenamiento. La técnica consistía en bajar hasta que los muslos quedaran paralelos al suelo y luego volver a la posición inicial de pie. Al igual que con los RIDs, se les indicó a los participantes que ejecutaran las repeticiones con la máxima velocidad posible en la fase ascendente y controlar la bajada en la fase excéntrica.

Se aumentaba el peso de la barra cada serie en 10kg. En cada serie se realizaban 3 repeticiones y se guardaba la velocidad media propulsiva más rápida de cada repetición. Tras realizar varias series con cargas ascendentes, se realizaba una regresión con las velocidades medias propulsivas guardadas de cada serie y se registraba una carga en kg que se desplazara a la misma velocidad a la que el sujeto desplazaba el RID.

3.2.2. Medición y Recopilación de Datos

En ambos tipos de sentadilla (con RIDs y con pesas libres), se registraron varias variables biomecánicas clave como son la fuerza y la velocidad. La fuerza se midió utilizando plataformas de fuerza (SmartCoach Europe AB), las cuales capturaron la magnitud de la fuerza ejercida contra el suelo en las fases concéntrica y excéntrica del movimiento. Asimismo, la velocidad del movimiento se registró mediante un

encoder lineal (SmartCoach Power Encoder), que estaba conectado al arnés utilizado en los RIDs o a la barra en los ejercicios de pesas libres.

3.2.3. Recuperación

Después de cada serie de sentadillas, los participantes tuvieron un periodo de descanso de 3 minutos. Este tiempo de descanso fue estandarizado en todos los estudios, asegurando que los participantes pudieran realizar las siguientes series en el menor estado de fatiga posible. Además, para no interferir en los resultados de los test de sentadillas, cada sesión de entrenamiento con peso libre, YY y VP se realizó el mismo día de la semana y en semanas diferentes.

4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DE FUERZA Y VELOCIDAD SEGÚN LA EXPERIENCIA DE LOS DEPORTISTAS

Los deportistas experimentados (Exp) mostraron un rendimiento superior en fuerza y velocidad en comparación con los no experimentados (Non_exp). En la fase concéntrica, los Exp lograron mayores velocidades pico y fuerzas pico en ambos dispositivos (YY y CP). En la fase excéntrica, los Exp también alcanzaron mayores velocidades pico y fuerzas pico, especialmente con momentos de inercia menores, mostrando una mayor capacidad para aplicar fuerza.

4.2. COMPARACIÓN ENTRE SENTADILLAS CON DISTINTOS EJES EN LAS POLEAS

La comparación entre sentadillas realizadas con dispositivos inerciales reveló diferencias notables en los perfiles de fuerza y velocidad. Los dispositivos YY generaron picos de fuerza significativamente más altos en la fase excéntrica en comparación con CP, lo que sugiere una mayor resistencia en esta fase del movimiento. Por otro lado, los dispositivos CP favorecieron una mayor velocidad en ambas fases del movimiento, concéntrica y excéntrica.

4.3. COMPARACIÓN ENTRE SENTADILLAS EN DISPOSITIVOS INERCIALES VS. SENTADILLAS TRADICIONALES

En la comparación entre RIDs y TRT, los resultados mostraron que TRT generó mayores fuerzas en las primeras fases de la fase concéntrica (0-57%) y durante gran parte de la fase excéntrica (0-13%, 38-54%, 68-100%). Por otro lado, los RIDs produjeron mayores fuerzas en la parte final de la fase concéntrica (74-93%).

En cuanto a la velocidad, los RIDs alcanzaron mayores velocidades en las fases concéntrica (31-52%) y excéntrica (1-40%) en comparación con TRT. Sin embargo, durante la parte final de la fase concéntrica (72-99%), TRT fue más rápido que los RIDs.

4.4. VARIABILIDAD EN CADA EJE

Los RIDs generaron una alta variabilidad en la fuerza aplicada, especialmente en la fase excéntrica del movimiento. La fase excéntrica presentó una mayor variabilidad en la fuerza aplicada en comparación con la fase concéntrica en ambos tipos de dispositivos. Sin embargo, el dispositivo CP mostró una variabilidad significativamente mayor en la fuerza durante la fase excéntrica en comparación con el dispositivo YY.

5. DISCUSIÓN

Los resultados de los estudios muestran que los RIDs son herramientas valiosas tanto para el entrenamiento de fuerza como para la especialmente en ejercicios como las sentadillas. Se ha comprobado que los sujetos con experiencia previa en el uso de estos sistemas de entrenamiento muestran un mayor rendimiento en variables de fuerza y velocidad en comparación con aquellos sujetos que no están experimentados, particularmente en la fase excéntrica del movimiento. Además, los RIDs presentan ventajas biomecánicas, como la capacidad de generar mayor velocidad excéntrica y fuerza en comparación con el uso de peso libre durante el entrenamiento. La elección del tipo de dispositivo, como YY o CP, influye significativamente en los perfiles de fuerza y velocidad, siendo los primeros más adecuados para trabajos de fuerza

y los segundos para la mejora de la velocidad. Además, los RIDs muestran una alta variabilidad en la producción de fuerza durante la fase excéntrica, especialmente con el dispositivo CP. Estos hallazgos refuerzan la importancia de personalizar el uso de los RIDs según las necesidades del atleta y la etapa de su entrenamiento o rehabilitación.

4.5. DIFERENCIAS EN LAS RESPUESTAS MECÁNICAS ENTRE SUJETOS EXPERIMENTADOS Y NO EXPERIMENTADOS

En el estudio de Galiano et al. (2021), los resultados relacionados con las variables de velocidad y fuerza revelaron diferencias significativas entre atletas con más de un año experiencia en entrenamiento de fuerza con RIDs y aquellos sin experiencia previa (sólo las sesiones de familiarización). En términos de velocidad, los atletas experimentados mostraron una capacidad superior para alcanzar velocidades superiores tanto en la fase concéntrica como en la fase excéntrica. En la fase concéntrica, los experimentados alcanzaron velocidades pico entre un 8.9% y un 18.8% más altas que los no experimentados. Estas velocidades fueron superiores con CP frente a YY y, estas diferencias fueron superiores con intensidades más bajas que con las altas. De manera similar, en la fase excéntrica, los experimentados también lograron velocidades superiores,

En cuanto a fuerza, los resultados también fueron favorables para los atletas experimentados. Durante la fase concéntrica, los experimentados generaron fuerzas pico entre un 6.7% y un 15.1% más altas que los no experimentados, lo que resalta una mayor capacidad para aplicar fuerza durante la fase de ascenso del ejercicio. En la fase excéntrica, los experimentados lograron fuerzas pico superiores en todos los momentos de inercia, excepto en algunos casos con el dispositivo YY, donde las diferencias fueron menores. Estos hallazgos sugieren que los atletas con experiencia pueden aplicar más fuerza ante una misma intensidad frente a aquellos sujetos menos experimentados, especialmente durante la fase excéntrica, lo que podría estar relacionado con una mayor familiaridad con la técnica de desaceleración del movimiento y una mayor capacidad para aplicar fuerza a lo largo del rango de movimiento.

4.6. DIFERENCIAS EN LAS RESPUESTAS MECÁNICAS AL USAR SISTEMAS INERCIALES ROTATORIOS DE EJE CILÍNDRICO Y DE EJE CÓNICO

En el estudio de Nuñez et al. (2020), se compararon dos dispositivos de inercia rotacional, uno YY y otro CP, para evaluar su impacto en las variables de fuerza y velocidad durante el ejercicio de sentadilla en atletas experimentados. Los resultados mostraron que el dispositivo YY generó fuerzas y velocidades significativamente más altas en comparación con el CP. Durante la fase concéntrica, los valores de fuerza pico fueron más altos en el dispositivo YY, destacándose especialmente en la fuerza pico excéntrica, que fue considerablemente mayor con el YY en comparación con el CP en todos los momentos de inercia evaluados. Este comportamiento sugiere que el dispositivo YY proporciona mayor resistencia durante la fase excéntrica, lo que favorece el entrenamiento de la fuerza en esta fase de la contracción muscular.

En cuanto a las velocidades, se observó que el dispositivo CP permitió mayores velocidades pico tanto en la fase concéntrica como en la excéntrica. Esto se debe a que el mayor radio del eje de giro en CP presenta una menor resistencia durante la aceleración y desaceleración del movimiento, lo que facilita la rápida ejecución del ejercicio. Como el eje de giro es constante durante todo el movimiento en YY y el brazo de palanca es menor en YY que en CP, las velocidades alcanzadas con estos dispositivos fueron inferiores en ambas fases del movimiento.

Pese a las diferencias en la fuerza y velocidad, los resultados de este estudio no mostraron indicios de sobrecarga excéntrica en ninguno de los dos dispositivos, a pesar de la manipulación de la técnica de ejecución en la fase excéntrica, donde se comenzaba a frenar la polea en el último tercio del movimiento y así tratar de conseguir picos de fuerzas más elevados. Este hallazgo resalta la importancia de evaluar la existencia de la sobrecarga excéntrica y su influencia en el entrenamiento, ya que no siempre se produce incluso cuando se controlan otros factores como la técnica (Illera-Dominguez et al., 2018).

En el estudio de Muñoz-Lopez et al. (2022), se volvieron a comparar ambos tipos de ejes con RIDs y se evaluó su influencia en los perfiles de fuerza y velocidad durante el ejercicio de media sentadilla. Los

resultados mostraron diferencias significativas entre ambos dispositivos en ambas variables, independientemente del momento de inercia utilizado. En cuanto a la fuerza, el dispositivo YY permitió aplicaciones de fuerza significativamente mayores durante la fase excéntrica del ejercicio, mostrando una mayor capacidad para producir fuerza en las tres configuraciones de inercia evaluadas (0.11, 0.22 y 0.33 kg·m²). Estas diferencias en la fase excéntrica a favor de los dispositivos YY, ocurrieron especialmente entre el 57% y el 100% del ciclo de movimiento. En la fase concéntrica, las diferencias fueron menores. Pese a ello, el dispositivo YY aún presentó valores de fuerza superiores cuando se utilizaron inercias bajas (0.11 y 0.22 kg·m²). Estos resultados confirman que el dispositivo YY, por sus características de la forma del eje, es más adecuado para entrenamientos donde el objetivo sea conseguir una mayor aplicación de fuerza (independientemente de la velocidad del movimiento a la que se ejecuta), especialmente en la fase excéntrica.

Por otro lado, el análisis de la velocidad reveló que el dispositivo CP permitió una mayor velocidad durante la fase concéntrica como la excéntrica en comparación con YY, independientemente del momento de inercia utilizado. Las diferencias significativas en la velocidad fueron evidentes entre el 0% y el 39% del movimiento (fase concéntrica) y entre el 60% y el 100% (fase excéntrica), con el CP mostrando valores de velocidad superiores en ambos casos. Este dispositivo favoreció la velocidad debido a su diseño con un eje cónico que permite una aceleración y desaceleración más rápida, lo que resulta en mayores velocidades de movimiento durante ambas fases. En la fase concéntrica, aunque el YY alcanzó mayores fuerzas, la velocidad fue considerablemente mayor en el CP, sugiriendo que este dispositivo es más adecuado cuando el objetivo es maximizar la velocidad de ejecución del ejercicio.

4.7. COMPARACIÓN ENTRE SENTADILLAS EN DISPOSITIVOS INERCIALES VS. SENTADILLAS TRADICIONALES

En el estudio de Galiano et al. (2025), se compararon los dispositivos de inercia rotacional vs. sistemas de entrenamiento de fuerza tradicional (TRT) con peso libre durante la ejecución de la media sentadilla, con el objetivo de evaluar las diferencias en las variables de fuerza y

velocidad. Los resultados mostraron diferencias claras en ambos parámetros pese a haberse igualado la intensidad mediante la velocidad media propulsiva en fase concéntrica. En términos de fuerza, el análisis reveló que el TRT generó mayores fuerzas en las fases excéntrica y concéntrica, excepto en el último 10-25% de la fase concéntrica, donde el RID alcanzó mayores valores de aplicación de fuerza. Esto sugiere que, aunque el TRT genera mayores fuerzas en la fase inicial y media del movimiento, las propiedades de los sistemas RID permiten que el sujeto siga aplicando fuerza en la fase final del movimiento concéntrico, donde las velocidades son más altas. Algo contrario a lo que ocurre de forma general cuando realizamos un entrenamiento de fuerza con un medio tradicional, los cuales permiten una mayor aplicación de fuerza al inicio del movimiento donde las velocidades son bajas. Sin embargo, a medida que se avanza en fase concéntrica, la velocidad de ejecución aumenta, disminuyendo así la fuerza aplicada.

En cuanto a los valores de velocidad, los resultados fueron más favorables para el RID durante la fase excéntrica, donde las velocidades fueron significativamente más altas en comparación con el TRT en el 31-52% de la fase concéntrica y el 1-40% de la fase excéntrica. Sin embargo, durante la parte final de la fase concéntrica (72-99%), el TRT mostró mayores velocidades que el RID. Esto resalta una característica importante: aunque ambos dispositivos mostraron similitudes en términos de velocidad media propulsiva en fase concéntrica, el TRT facilitó una mayor velocidad en las últimas fases de la fase concéntrica, lo que podría ser relevante para los deportes que requieren movimientos rápidos y potentes al final del ejercicio, como en los ejercicios balísticos.

Estos hallazgos sugieren que, mientras que el TRT es más efectivo para generar mayor fuerza en la fase concéntrica y excéntrica inicial, el RID podría ser más adecuado para deportes que requieren velocidades más altas en acciones excéntricas, como pueden ser en ciclos estiramiento-acortamiento de alta intensidad. Los entrenadores deben considerar estas diferencias biomecánicas al seleccionar el dispositivo de entrenamiento adecuado para sus atletas, dependiendo de si el objetivo es optimizar la fuerza máxima o mejorar la velocidad y la eficiencia de los movimientos rápidos.

4.8. VARIABILIDAD EN CADA EJE

En el estudio de Nuñez et al. (2021), se comparó la variabilidad de la aplicación de fuerza en las fases concéntrica y excéntrica del ejercicio de sentadilla realizado con dos tipos de dispositivos de inercia rotacional, uno con YY y otro con CP, utilizando diferentes momentos de inercia. Los resultados demostraron que la fuerza aplicada durante la fase excéntrica presentó una mayor variabilidad dentro de la serie en comparación con la fase concéntrica en ambos dispositivos, confirmando la hipótesis de que la fase excéntrica muestra una respuesta más variable en cuanto a aplicación de fuerza. Además, se observó que el dispositivo CP generó una variabilidad de fuerza más alta en la fase excéntrica que el dispositivo YY. Esta diferencia se puede explicar por las características del diseño de los dispositivos: el CP, con su eje cónico, permite un mayor control sobre la desaceleración durante la fase excéntrica, lo que facilita una mayor variabilidad en la aplicación de la fuerza. En contraste, el dispositivo YY mostró una menor variabilidad en la fase excéntrica.

Como aplicación práctica, estos resultados brindan información clave sobre el uso de RIDs en la rehabilitación de la tendinopatía. Dado que las repeticiones de un movimiento deportivo no son idénticas, un grado de variabilidad motora es beneficioso, ya que permite un sistema más adaptable frente a perturbaciones internas y externas. Al utilizar ambos RIDs, los atletas generaron variabilidad en la fuerza y velocidad durante la fase excéntrica del movimiento, siendo esta variabilidad mayor con CP que con YY. Por lo tanto, para aumentar la fuerza muscular excéntrica en las fases iniciales de la rehabilitación de la tendinopatía, se debe usar YY para generar menor variabilidad, evitando adaptaciones no deseadas. En cambio, para las fases finales de la rehabilitación, se recomienda el uso de CP para generar más variabilidad, lo que prepara al atleta para contextos deportivos más variables e impredecibles. Se necesita más investigación sobre el impacto de programas de entrenamiento con RIDs variables en la rehabilitación deportiva de la tendinopatía.

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones conjuntas de los artículos revisados muestran resultados importantes y a tener en cuenta sobre el uso de los dispositivos RID en ejercicios como la media sentadilla, especialmente en términos de

fuerza y velocidad. En cuanto a la fuerza, se observa que los dispositivos YY tienden a generar mayores picos de fuerza en la fase excéntrica en comparación con los dispositivos CP, lo que los hace más adecuados para el entrenamiento de fuerza. Por otro lado, el dispositivo CP permite mayores velocidades en ambas fases del movimiento, lo que lo convierte en una opción preferente cuando el objetivo es entrenar fuerza a altas velocidades. Esta distinción sugiere que la elección del dispositivo debe depender de los objetivos específicos del entrenamiento, ya sea para maximizar la fuerza o la velocidad.

Además, se encontró que la experiencia con los dispositivos de inercia tiene un impacto significativo en el rendimiento. Los atletas experimentados alcanzan valores más altos de fuerza y velocidad en comparación con los no experimentados, especialmente en las fases excéntricas del ejercicio, lo que resalta la importancia de familiarizarse con la técnica adecuada al usar estos dispositivos. Finalmente, la variabilidad en la aplicación de fuerza, especialmente en la fase excéntrica, mostró diferencias entre los dispositivos, con el dispositivo CP generando una mayor variabilidad en la fuerza, lo que podría tener implicaciones en la rehabilitación de tendinopatías, donde una mayor variabilidad en la carga podría ser beneficiosa en las fases finales de la recuperación. Estos hallazgos proporcionan un marco para seleccionar el tipo de dispositivo más adecuado según los objetivos específicos de entrenamiento o rehabilitación.

7. REFERENCIAS

- Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993). Velocity specificity of resistance training. *Sports medicine*, 15, 374-388.
- Carroll, K. M., Wagle, J. P., Sato, K., Taber, C. B., Yoshida, N., Bingham, G. E., & Stone, M. H. (2019). Characterising overload in inertial flywheel devices for use in exercise training. *Sports biomechanics*, 18(4), 390-401.
- Galiano, C., Floria, P., López, A. M., & Sánchez, F. J. N. (2021). Lack of experience in the use the rotational inertia device is a limitation to mechanical squat performance. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (42), 12-17.
- Galiano, C., Nuñez, F. J., McErlain-Naylor, S., & Floria, P. (2025). Biomechanical Insights Into Rotary Inertial Devices vs. Traditional Resistance Training in Half-Squats: A Comparative Analysis of Force, Velocity, and Displacement. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 10-1519.

- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Valero-Campo, C., Berzosa, C., Bataller, A. V., Arjol-Serrano, J. L.,... & Mendez-Villanueva, A. (2017). Eccentric-overload training in team-sport functional performance: constant bilateral vertical versus variable unilateral multidirectional movements. *International journal of sports physiology and performance*, 12(7), 951-958.
- Martinez-Aranda, L. M., & Fernandez-Gonzalo, R. (2017). Effects of inertial setting on power, force, work, and eccentric overload during flywheel resistance exercise in women and men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(6), 1653-1661.
- Muñoz-López, A., Galiano, C., Núñez, F. J., & Floría, P. (2022). The flywheel device shaft shape determines force and velocity profiles in the half squat exercise. *Journal of Human Kinetics*, 81, 15.
- Norrbrand, L., Fluckey, J. D., Pozzo, M., & Tesch, P. A. (2008). Resistance training using eccentric overload induces early adaptations in skeletal muscle size. *European journal of applied physiology*, 102, 271-281.
- Núñez, F. J., Galiano, C., Muñoz-López, A., & Floria, P. (2020). Is possible an eccentric overload in a rotary inertia device? Comparison of force profile in a cylinder-shaped and a cone-shaped axis devices. *Journal of sports sciences*, 38(14), 1624-1628.
- Núñez, F. J., Galiano, C., Muñoz-López, A., & Floria, P. (2021). Variability in the application of eccentric force using different rotary inertia devices May influence the treatment of tendinopathy. *Journal of Sport Rehabilitation*, 31(2), 235-238.
- Tesch, P. A., Ekberg, A., Lindquist, D. M., & Trieschmann, J. T. (2004). Muscle hypertrophy following 5-week resistance training using a non-gravity-dependent exercise system. *Acta Physiologica Scandinavica*, 180(1), 89-98.
- Timon, R., Allemano, S., Camacho-Cardenosa, M., Camacho-Cardenosa, A., Martinez-Guardado, I., & Olcina, G. (2019). Post-activation potentiation on squat jump following two different protocols: Traditional vs. inertial flywheel. *Journal of human kinetics*, 69, 271.
- Tous-Fajardo, J., Maldonado, R. A., Quintana, J. M., Pozzo, M., & Tesch, P. A. (2006). The flywheel leg-curl machine: offering eccentric overload for hamstring development. *International journal of sports physiology and performance*, 1(3), 293.
- Swinton, P. A., Lloyd, R., Keogh, J. W., Agouris, I., & Stewart, A. D. (2012). A biomechanical comparison of the traditional squat, powerlifting squat, and box squat. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(7), 1805-1816.
- Zink, A. J., Perry, A. C., Robertson, B. L., Roach, K. E., & Signorile, J. F. (2006). Peak power, ground reaction forces, and velocity during the squat exercise performed at different loads. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(3), 658-664.

EFFECTO INDUCIDO POR PLACEBO DE LA INGESTA AGUDA DE TAURINA SOBRE LA CAPACIDAD AERÓBICA EN MUJERES JÓVENES ACTIVAS

PEDRO PINHEIRO PAES

Programa de Posgrado em Educação Física de la Universidad Federal de Pernambuco, Brasil

FREDERICO CAMAROTTI JÚNIOR

Programa de Posgrado em Educação Física de la Universidad Federal de Pernambuco, Brasil

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, se ha producido una importante expansión del consumo de bebidas energéticas, especialmente las basadas en la taurina, que se promocionan ampliamente como sustancias ergogénicas capaces de mejorar el rendimiento físico de atletas profesionales y aficionados.

El consumo mundial de bebidas energéticas ha crecido significativamente en las últimas décadas, impulsado principalmente por la demanda de bebidas energéticas, complementos alimenticios y piensos (Ajibo et al., 2024). En 2020, el mercado mundial de bebidas energéticas se valoró en unos 45,80 millones de dólares, y se prevé que alcance los 108,40 mil millones de dólares en 2031, lo que refleja una tasa de crecimiento anual compuesta del 8,2% (Kadam & Deshmukh, 2023; Ajibo et al., 2024).

El mercado ofrece distintos suplementos de taurina, que varían mucho en cuanto a dosis y presentación. Por lo general, las dosis oscilan entre 500 mg y 2000 mg por cápsula o comprimido, según la marca y la finalidad del producto. Algunas opciones son más concentradas, dirigidas a deportistas o personas que buscan un impulso energético, mientras que otras ofrecen dosis más pequeñas para uso diario o mantenimiento (Antonio et al., 2024). Además, la taurina también puede

encontrarse en bebidas energéticas, donde la cantidad por ración suele variar mucho, generalmente entre 50 miligramos (mg) y 200 mg por lata (Antonio et al., 2024).

La promesa de aumentar el rendimiento mediante un suplemento asequible ha hecho que estos productos sean extremadamente populares. Sin embargo, a pesar de su uso extendido y recurrente en el ámbito deportivo, los supuestos beneficios asociados a la taurina aún carecen de pruebas científicas sólidas, y se necesitan más estudios sistematizados para validar sus efectos fisiológicos y ergogénicos (Kurtz et al., 2021).

Además de la falta de pruebas sólidas, diversos organismos científicos e instituciones deportivas han expresado su preocupación por el consumo excesivo de estos compuestos. Los estudios advierten de posibles efectos adversos derivados de una sobredosis, como taquipnea y taquicardia exacerbada, efectos que se agravan especialmente cuando se combinan con un esfuerzo físico intenso (Higgins et al., 2018).

La taurina en sí es un aminoácido de origen natural, sintetizado de forma endógena en órganos como el hígado, los riñones y el páncreas, a partir de la metionina y la cisteína, con la ayuda de la vitamina B6. Sin embargo, la producción interna de este compuesto es insuficiente para satisfacer todas las demandas fisiológicas, especialmente en personas físicamente activas, por lo que es necesario obtenerlo a través de la dieta, especialmente mediante alimentos de origen animal o suplementos dietéticos como cápsulas y bebidas energéticas (Baliou et al., 2021).

La taurina ha ido ganando protagonismo en la literatura científica no sólo por sus funciones metabólicas y fisiológicas ampliamente reconocidas, sino también por su papel fundamental como agente neuroprotector. Esta acción protectora sobre el sistema nervioso central está directamente relacionada con sus potentes propiedades antioxidantes, que le confieren la capacidad de neutralizar los efectos nocivos causados por las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (Foos & Wu, 2002). Estos radicales libres, cuando no se controlan, son responsables del daño oxidativo de las células neuronales, que está estrechamente relacionado con la génesis y progresión de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer y el Parkinson (Kumari; Prentice & Wu, 2013).

Además de su efecto antioxidante, la taurina también desempeña un papel importante en la modulación de la actividad de los neurotransmisores, actuando para regular los niveles de calcio intracelular, un mecanismo esencial para mantener la homeostasis neuronal (Foos & Wu, 2002; Kumari; Prentice & Wu, 2013). Esta regulación contribuye a la protección del tejido cerebral frente al daño neuronal, promoviendo un equilibrio funcional entre los procesos de inhibición y excitación sináptica. Este equilibrio es crucial para el correcto funcionamiento cognitivo, influyendo positivamente en capacidades como el aprendizaje y la consolidación de la memoria (Foos & Wu, 2002; Kumari; Prentice & Wu, 2013). Así pues, la taurina es una molécula multifuncional de gran relevancia para la salud neurológica, con implicaciones prometedoras tanto para la prevención como para la mitigación de disfunciones cognitivas y neurodegenerativas.

Desde un punto de vista funcional, se ha demostrado que la taurina es relevante para diversos mecanismos fisiológicos, actuando en la regulación del calcio intracelular, que influye positivamente en las contracciones musculares, y mostrando efectos beneficiosos en el control del estrés oxidativo y la biogénesis mitocondrial. En conjunto, estos factores contribuyen a optimizar el suministro de energía durante el ejercicio aeróbico (Waldron et al., 2018).

Además, existen pruebas de que su suplementación puede tener un impacto positivo en parámetros como el consumo máximo de oxígeno (VO_2max) y la frecuencia cardíaca máxima, que son factores determinantes en el rendimiento atlético. Los músculos que son más eficientes en la extracción y utilización de oxígeno tienden a tener una mayor diferencia arteriovenosa de oxígeno, un elemento crucial para el rendimiento físico (Kurtz et al., 2021).

La medición del VO_2max , a su vez, destaca como uno de los principales indicadores de la aptitud cardiorrespiratoria, reflejando la capacidad integrada de los sistemas pulmonar, cardiovascular y muscular para sostener un esfuerzo físico prolongado (Tsuji et al., 2023). Esta evaluación se realiza tradicionalmente mediante la prueba de ejercicio cardiopulmonar conocida como ergoespirometría, que se considera el patrón oro para este tipo de mediciones.

Además del VO_2max , esta prueba proporciona información sobre los umbrales ventilatorios, que son importantes para prescribir ejercicios individualizados (Stravou et al., 2018; Yáñez-Sepúlveda et al., 2023). La condición física cardiorrespiratoria tiene implicaciones que trascienden el deporte, siendo esencial para la prevención de enfermedades, el mantenimiento de la salud metabólica y cerebral, y la promoción del bienestar general (Kaminsky et al., 2024).

En el ámbito de la investigación científica aplicada a la salud y el rendimiento físico, es habitual utilizar protocolos controlados con placebo como método para evaluar la eficacia de sustancias o intervenciones. El placebo se define como una sustancia inerte, sin efecto fisiológico, administrada a un grupo control con el objetivo de comparar sus efectos con los de la sustancia objeto de estudio, permitiendo aislar los beneficios o limitaciones reales del compuesto probado (Maughan et al., 2018; Enck & Klosterhalfen, 2019).

En los últimos años, ha crecido entre los investigadores el interés por el denominado «efecto placebo inducido». Este enfoque se basa en manipular la expectativa del participante, que cree estar recibiendo una sustancia activa, cuando en realidad solo está ingiriendo un placebo. Esta expectativa por sí sola puede generar cambios psicofisiológicos capaces de influir en el rendimiento y en la percepción del esfuerzo durante el ejercicio físico (Beedie et al., 2018; Lindheimer et al., 2019). Los protocolos de placebo inducido han sido ampliamente utilizados en estudios recientes, buscando comprender si y cómo las creencias y expectativas pueden desencadenar reacciones fisiológicas similares a las provocadas por sustancias activas, especialmente en el contexto deportivo (Benedetti et al., 2003; Haas et al., 2020; Baker et al., 2022).

El efecto placebo en el uso de la taurina se refiere a la mejora percibida en los síntomas o el rendimiento de una persona no necesariamente causada por la acción directa de la sustancia, sino más bien por la expectativa de que funciona. En otras palabras, cuando alguien consume taurina, especialmente a través de suplementos o bebidas energéticas, puede sentir más energía, concentración o estado de ánimo simplemente porque cree que la sustancia tiene estos efectos, aunque la dosis

de taurina en sí no tenga un impacto fisiológico medible en estos aspectos (Beedie et al., 2018; Kurtz et al., 2021).

En el contexto de la taurina, este efecto es especialmente relevante porque muchos de los beneficios reportados, como la mejora del rendimiento físico, el aumento de la energía o una mayor claridad mental, aún carecen de pruebas científicas sólidas en humanos, especialmente en relación con las pequeñas dosis que se encuentran en las bebidas energéticas (Antonio et al., 2024). Así, parte de los efectos positivos atribuidos al consumo de taurina pueden ser el resultado del efecto placebo combinado con otros ingredientes presentes en las bebidas, como la cafeína y el azúcar, que tienen una acción estimulante demostrada (Kurtz et al., 2021).

Algunos estudios han demostrado que los efectos fisiológicos y cognitivos de la taurina pueden modularse y amplificarse cuando esta sustancia se administra junto con cafeína, actuando de forma integrada sobre diversos sistemas orgánicos; ambas suelen estar presentes en la composición de las denominadas bebidas energéticas (Ozan et al., 2022).

En este escenario, la ciencia contemporánea se ha centrado en una cuestión central: ¿hasta qué punto la mejora del rendimiento físico observada con el uso de determinados suplementos es realmente resultado de efectos farmacológicos reales o consecuencia del poder de las creencias y expectativas generadas por su consumo? Este debate adquiere especial relevancia en relación con la taurina, ya que aunque su consumo con fines ergogénicos es elevado, poco se sabe sobre los impactos psicológicos y conductuales relacionados con su administración, especialmente en lo que respecta a las respuestas subjetivas influidas por el placebo (Saito et al., 2020).

En este contexto, la presente investigación se justifica por la creciente necesidad de producir evidencias científicas más consistentes, actualizadas y fundamentadas, capaces de subsidiar la labor de los profesionales de la salud, el deporte y la educación física en lo que respecta a la prescripción responsable y eficaz de estrategias ergogénicas.

La generación de conocimiento cualificado es esencial no sólo para optimizar el rendimiento físico y cognitivo mediante el uso juicioso de

sustancias como la taurina, sino también para orientar sobre sus beneficios reales, posibles limitaciones y riesgos asociados, especialmente cuando se utilizan indiscriminadamente o en dosis inadecuadas.

Es fundamental tener en cuenta también la influencia del efecto placebo, sobre todo en situaciones en las que el uso de estas sustancias está fuertemente ligado a constructos culturales y simbólicos y a expectativas subjetivas de mejora del rendimiento físico o cognitivo. En estos contextos, la simple creencia en los efectos positivos del suplemento puede desencadenar por sí misma respuestas fisiológicas y comportamentales que se asemejan a las provocadas por el principio activo, interfiriendo directamente en los resultados observados.

Además, las conclusiones de este estudio podrían contribuir de forma significativa a crear prácticas más conscientes, éticas y basadas en la evidencia, reduciendo la incidencia de usos abusivos o empíricos que podrían poner en peligro la salud y el rendimiento de las personas. Al mismo tiempo, se espera que los resultados obtenidos sirvan de base para futuras investigaciones, ampliando el cuerpo de conocimientos en el campo de la fisiología del ejercicio y la neurociencia aplicada al deporte, áreas cada vez más interconectadas en la comprensión de los mecanismos que sustentan el rendimiento humano en contextos de alta exigencia física y mental.

2. OBJETIVOS

Verificar el efecto inducido por placebo de la ingestión aguda de taurina sobre la capacidad aeróbica de mujeres jóvenes activas.

3. METODOLOGÍA

Este estudio tiene un diseño experimental, caracterizado como un estudio de respuesta aguda, con una estructura metodológica cruzada, doble ciego y aleatorizado, según lo recomendado por Thomas, Nelson y Silverman (2012). La investigación se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Pruebas de Ejercicio Cardiopulmonar, vinculado al Departamento de Educación Física de la Universidad Federal de Pernambuco

(DEF-UFPE), ambiente debidamente equipado y estructurado para realizar evaluaciones fisiológicas con precisión y seguridad.

La investigación fue previamente aprobada por el Comité de Ética en Investigación Humana de la citada universidad, con el número 6.701.859, de acuerdo con los principios éticos que rigen la realización de estudios con seres humanos, según las directrices establecidas por la Resolución 466/2012 del Consejo Nacional de Salud.

Todos los voluntarios que participaron de esta investigación fueron debidamente informados de los objetivos, procedimientos, riesgos y beneficios del estudio. Luego de esta aclaración, manifestaron su conformidad formal mediante la firma del Formulario de Consentimiento Libre e Informado (FICF), garantizándoles el derecho a rechazar o interrumpir su participación en cualquier momento, sin perjuicio ni gravamen alguno, en respeto a los principios de autonomía y dignidad de la persona humana.

La muestra de este estudio estuvo constituida por 10 alumnas vinculadas al curso de Educación Física de la Universidad Federal de Pernambuco (DEF-UFPE). Las voluntarias fueron seleccionadas a través de invitaciones divulgadas en redes sociales y canales de comunicación institucionales. El cálculo de la muestra se realizó con el software G*Power, adoptando un tamaño del efecto de 0,7, un error alfa del 5% y un intervalo de confianza del 95%, de acuerdo con las recomendaciones metodológicas de Faul et al. (2007).

Para conformar la muestra, los criterios de inclusión estipulaban que los participantes debían ser mayores de 18 años, hombres o mujeres, y no tener diagnósticos previos de enfermedad cardiovascular, lesiones musculoesqueléticas o uso continuado de estimulantes y complementos alimenticios. Además, los voluntarios debían considerarse sanos según los parámetros del Cuestionario de Preparación para la Actividad Física (PAR-Q), propuesto por França et al. (2020), así como estar clasificados como físicamente activos según los criterios establecidos por el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) (Matsudo et al., 2001).

Los individuos que presentaron alguna reacción adversa o malestar asociado a la ingesta de la sustancia investigada fueron considerados no

aptos para continuar en el estudio, así como aquellos que, por cualquier motivo, no asistieron a una o más fases de la recogida de datos.

Para caracterizar a los participantes en el estudio, se midió la composición corporal. La estatura se midió con un estadiómetro portátil profesional (Sanny, São Paulo, Brasil), con precisión de 0,1 cm, mientras que la masa corporal se determinó con una báscula digital portátil (modelo PL 200, Filizola S.A., São Paulo, Brasil), con precisión de 0,1 kg. A partir de estas mediciones, se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) mediante la fórmula tradicional de la relación entre la masa corporal (en kilogramos) y el cuadrado de la altura (en metros) (Peterson et al., 2016).

La aptitud general para la actividad física se evaluó mediante el Cuestionario de Preparación para la Actividad Física (PAR-Q), traducido y adaptado para la población brasileña por De Oliveira Luz & Farinatti (2005). Este instrumento se compone de siete preguntas objetivas, diseñadas para identificar condiciones médicas preexistentes que podrían plantear riesgos durante el ejercicio físico.

Los niveles de actividad física de los voluntarios fueron evaluados utilizando la versión corta del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), un instrumento ampliamente utilizado en estudios epidemiológicos y validado para la población brasileña por Matsudo et al. (2001). El cuestionario incluye información sobre la práctica de actividad física moderada y vigorosa, caminatas y comportamiento sedentario, considerando diferentes dominios de la vida diaria.

Se utilizó una prueba de ejercicio cardiopulmonar progresiva (CPET) para evaluar las capacidades cardiorrespiratorias de los participantes, especialmente en relación con el consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_{2\text{max}}$) y el tiempo total hasta el agotamiento. Este protocolo se llevó a cabo utilizando un analizador de gases portátil (VO2000, Aerosport, Medgraphics, St. Paul, Minnesota) acoplado a un tapiz rodante motorizado modelo Inbrasport Master Super ATL 32 X 26 (Ibramed). Durante la prueba, los datos fisiológicos se capturaron continuamente cada 10 segundos mientras el equipo analizaba los gases exhalados en tiempo real.

El VO2000 se considera el patrón oro para la medición directa de las variables fisiológicas investigadas en los protocolos de esfuerzo físico

máximo (Anderson, 2006). Funciona a través de tres cables de diferentes colores, que se conectan a una máscara respiratoria que lleva el voluntario durante toda la prueba. Esta máscara está conectada mediante un cable al ordenador situado junto a la cinta rodante. El sistema informático está equipado con el software especializado Aerograph®, que se encarga de procesar los datos recogidos y convertirlos en tablas y gráficos que facilitan la interpretación de los resultados.

Las variables se analizaron mediante la interpretación visual de los gráficos generados durante la prueba, con el fin de identificar los valores máximos de VO_2 , así como la duración total del protocolo. Este enfoque metodológico está respaldado por estudios previos en la literatura, que recomiendan la verificación gráfica para garantizar una mayor precisión en la identificación de los valores máximos en las pruebas incrementales máximas (Herdy et al., 2016; Lundby et al., 2017; Karlsson et al., 2024).

Una hora antes de realizar las pruebas incrementales, los participantes recibieron una dosis de 1 gramo de taurina (condición experimental) o 1 gramo de almidón (condición placebo y efecto placebo) (Balshaw et al., 2013). Las cápsulas eran idénticas en tamaño, color y sabor, lo que garantizaba el cegamiento del estudio. El intervalo de ingesta se estableció en función del tiempo estimado para el pico plasmático de taurina, que se produce aproximadamente 60 minutos después del consumo (Ghandforoush-Sattari et al., 2010).

El proceso fue doble ciego, sin que ni los evaluadores ni los participantes supieran qué sustancia se administraba en cada sesión. Para garantizar que se inducía el efecto placebo, un investigador externo, que no participaba en la recogida de datos, se encargaba de entregar los sobres con las cápsulas. Los días en que el participante recibía el efecto placebo, este investigador le informaba de que «hoy toca taurina». De este modo, era posible evaluar con mayor precisión los efectos psicofisiológicos atribuidos a la expectativa de consumir la sustancia (Haas et al., 2020).

En cuanto a los procedimientos, se llevó a cabo una Prueba de Ejercicio Cardiopulmonar Progresiva (CPET) en una cinta rodante en el Laboratorio de Pruebas de Ejercicio Cardiopulmonar de la DEF-UFPE, en tres

etapas diferentes. El protocolo consistió en un calentamiento inicial de cinco minutos a 6 km/h, seguido de incrementos de 1 km/h cada dos minutos hasta el agotamiento voluntario. En la primera visita, se presentó a los voluntarios el entorno y el equipo, firmaron los formularios de consentimiento y los cuestionarios, y se familiarizaron con el protocolo de la prueba. Al día siguiente, un investigador independiente realizó la aleatorización utilizando el sitio web Randomizer.com.

La segunda visita tuvo lugar tres días después, con ingestión previa de taurina o placebo, según el orden sorteado. Tras un lavado de siete días, necesario para eliminar los efectos de la sustancia anterior (Milioni et al., 2016), los participantes volvieron para la tercera visita, en la que recibieron la condición suplementaria no utilizada previamente.

Para analizar los datos obtenidos en este estudio, se comenzó por comprobar la normalidad de las variables con el fin de elegir las pruebas estadísticas adecuadas. Para ello, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk, que se considera apropiada para muestras de tamaño pequeño a moderado debido a su sensibilidad para detectar desviaciones significativas de la distribución normal. Una vez confirmadas las características de la distribución de los datos, se realizaron estadísticas descriptivas de las variables y de la muestra, utilizando medidas de tendencia central y de dispersión, concretamente medias y desviaciones típicas.

Posteriormente, se utilizó la prueba t pareada (o prueba t de Student para muestras dependientes) para inferir posibles diferencias entre las condiciones de intervención, ya que el diseño del estudio incluía comparaciones cruzadas. Esta prueba se utilizó para comprobar la variación en las medias relativas al consumo máximo de oxígeno (VO_2max), así como para analizar los cambios observados en el tiempo total hasta el agotamiento durante la prueba de esfuerzo máximo.

Los datos se organizaron y tabularon inicialmente utilizando hojas de cálculo de Microsoft Excel, versión 365 (Microsoft Corporation, Estados Unidos), que permitieron almacenar, estructurar y manipular los datos recogidos. Los análisis estadísticos inferenciales se realizaron utilizando Statistica (versión 12, StatSoft Inc., Estados Unidos) y GraphPad Prism (versión 6, GraphPad Software, Estados Unidos),

ambos ampliamente utilizados en la comunidad científica por su precisión y fiabilidad en la representación de datos y resultados.

4. RESULTADOS

La muestra estaba formada por 10 mujeres (21,20±1,62 años).

TABLA 1. Descripción de las variables antropométricas (edad, estatura, peso, IMC)

	Muestra total (n=10)		
	Media ± DP	Mínimo	Máximo
Edad (años)	21,20±1,62	19	24
Masa (kg)	58,3±7,86	51	76
Estatura (cm)	1,61±7,42	1,50	1,72
IMC (kg/m2)	22,60±3,40	17,90	27,60

El grupo de efecto inducido por placebo expresó un pequeño aumento del VO₂max en comparación con el grupo de taurina (26,70 x 26,60 ml/kg/min), pero no hubo diferencias significativas en el VO₂max (p = 0,683) ni en el tiempo hasta el agotamiento (p=0,108) entre los grupos.

TABLA 2. Valores medios de VO₂max y tiempo hasta el agotamiento

Variable	Taurina Media (DP)	Efecto Placebo Media (DP)	p valor
VO ₂ máx (ml.kg.min)	26,60 (3,79)	26,70 (3,90)	0,683
Tiempo hasta el agotamiento (min)	16,00 (3,60)	14,40 (1,49)	0,108

5. DISCUSIÓN

Este estudio es uno de los primeros en analizar el posible impacto del efecto placebo inducido por la taurina sobre la forma física de mujeres jóvenes activas y sus respuestas psicofísicas. La taurina es un aminoácido presente de forma natural en el cuerpo humano que ha adquirido una gran relevancia en la industria de los suplementos deportivos y alimenticios, siendo ampliamente publicitada por las marcas de fitness como una sustancia con propiedades ergogénicas.

Diversos estudios demuestran que la taurina puede ejercer importantes efectos beneficiosos sobre diferentes procesos fisiológicos directamente relacionados con el rendimiento físico (Waldron et al., 2018; Kurtz et al., 2021). Entre sus mecanismos de acción destaca su capacidad para mitigar el estrés oxidativo, lo que contribuye a la integridad celular durante y después de la actividad física intensa, además de jugar un papel esencial en la optimización de la función mitocondrial del tejido cardíaco, promoviendo una mayor eficiencia en la producción de energía en situaciones de esfuerzo continuado (Bkaily et al., 2020).

Además, se ha demostrado que la taurina tiene efectos positivos sobre el metabolismo lipídico, promoviendo una mayor disponibilidad energética en deportes predominantemente aeróbicos (Baliou et al., 2021). Al mismo tiempo, su acción antiinflamatoria, al modular la liberación de citoquinas proinflamatorias, es un factor relevante tanto en la mejora del rendimiento deportivo como en la promoción de mejores condiciones cardiometabólicas generales, reforzando su potencial como suplemento funcional destinado a optimizar la condición física (Thirupathi et al., 2020).

Así, debido a sus efectos beneficiosos sobre los parámetros cardiometabólicos y la función muscular, la taurina tiene el potencial de promover mejoras en el VO_2max y sus respectivas zonas fisiológicas. Estos beneficios se producen a través de la optimización del rendimiento cardíaco y una mayor eficiencia en la captación y el uso de oxígeno por los músculos durante el ejercicio (Schaffer et al., 2016; Bkaily et al., 2020; Thirupathi et al., 2020; Kurtz et al., 2021).

Sin embargo, los posibles efectos de la taurina no se restringen al ámbito fisiológico, ya que su administración también puede afectar a

aspectos psicológicos. La creencia en los beneficios de la sustancia puede potenciar sus respuestas, actuando de forma similar a otros suplementos, en los que las expectativas positivas influyen significativamente en el rendimiento (Lindheimer et al., 2019; Chhabra & Szabo, 2024). Ward et al. (2016) postulan que el acondicionamiento físico puede modular los efectos de la taurina en el organismo en actividades físicas y Herdy et al. (2016) demuestran que el género interfiere en el $\text{VO}_{2\text{max}}$.

Los resultados de investigaciones anteriores (Rahnama; Gaeini & Kazemi, 2010; Balshaw et al., 2013; Ward et al., 2016; Gutiérrez-Hellín et al., 2021) mostraron resultados compatibles con los obtenidos en este estudio, en el que se analizaron los efectos de la taurina sobre la condición física de adultos jóvenes físicamente activos. Al igual que en los estudios mencionados, no se observaron diferencias significativas en comparación con el grupo placebo. Estos datos refuerzan la hipótesis de que los efectos atribuidos a la taurina pueden, en parte, estar relacionados con mecanismos psicofísicos asociados a la expectativa generada por el consumo del suplemento, mostrando un posible efecto placebo.

Rahnama, Gaeini y Kazemi (2010) analizaron los efectos de una bebida energética muy conocida, Red Bull, que contiene 1 g de taurina, en adultos jóvenes mediante una prueba en cinta rodante. No hubo cegamiento y los participantes eran conscientes de la bebida que consumían. Los resultados mostraron un aumento del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ y del tiempo hasta el agotamiento en el grupo que consumió la bebida energética. Estos efectos pueden haber estado influidos por los efectos psicoactivos promovidos por la publicidad de la bebida, que sugieren un mejor rendimiento.

Gutiérrez-Hellín et al. (2021) coinciden con nuestros hallazgos, mostrando que la expectativa de ingesta de cafeína produjo efectos similares a los de quienes realmente ingirieron la sustancia. A los voluntarios se les dijo que recibirían una dosis de 3 mg/kg de cafeína antes de la prueba, pero en realidad se les administró un placebo. Cinco días después, los participantes repitieron el mismo protocolo, sin saber qué sustancia estaban ingiriendo, manteniendo el ciego. Los resultados mostraron que el mero hecho de creer que habían consumido cafeína generaba efectos comparables a los observados con la ingesta real de la sustancia, especialmente en relación con la tasa de oxidación de grasas.

Aunque este estudio indica la posibilidad de un efecto psicofísico derivado de la suplementación con taurina, teniendo en cuenta las pruebas de otros estudios que apuntan a los beneficios de esta sustancia sobre el rendimiento físico, hay que reconocer algunas limitaciones. Entre ellas, la ausencia de un grupo de control que no recibiera ningún tipo de suplementación a lo largo de las pruebas. La inclusión de este grupo habría permitido realizar comparaciones más precisas y comprender mejor el papel específico del efecto placebo sobre las variables analizadas.

6. CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que la mera expectativa de ingestión aguda de 1 gramo de taurina antes de una prueba de ejercicio cardiorrespiratorio progresivo máximo era suficiente para generar respuestas fisiológicas, especialmente en términos de consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_{2\text{max}}$) y tiempo hasta el agotamiento- comparables a las observadas tras la ingestión real de este aminoácido.

Este hallazgo, verificado en mujeres jóvenes físicamente activas, sugiere que los mecanismos psicofísicos y perceptivos pueden desempeñar un papel relevante en el rendimiento físico, influyendo en variables tradicionalmente consideradas exclusivamente fisiológicas.

En vista de ello, es evidente la necesidad de seguir investigando la relación entre expectativas y rendimiento, así como de explorar diferentes dosis de taurina y ampliar los perfiles de las muestras, considerando especialmente las distinciones basadas en el sexo biológico, con el fin de comprender mejor los efectos de este suplemento en diferentes poblaciones.

8. REFERENCIAS

- Ajibo, C., Van Griethuysen, A., Visram, S., & Lake, A. A. (2024). Consumption of energy drinks by children and young people: a systematic review examining evidence of physical effects and consumer attitudes. *Public Health*, 227, 274-281. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2023.08.024>
- Anderson, C. L. (2006). Validity and Reliability of Medical Graphics VO2000, Cosmed Fitmate Pro, and HealthTech MedGem during Rest and at Submaximal and Maximum Exercise Intensities. South Dakota State University.

- Antonio, J., Antonio, B., Arent, S. M., Candow, D. G., Escalante, G., Evans, C.,... & Wells, A. (2024). Common Questions and Misconceptions About Energy Drinks: What Does the Scientific Evidence Really Show?. *Nutrients*, 17(1), 67. <https://doi.org/10.3390/nul7010067>
- Baker, J., Gamer, M., Rauh, J., & Brassen, S. (2022). Placebo induced expectations of mood enhancement generate a positivity effect in emotional processing. *Scientific Reports*, 12(1), 5345. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09342-2>
- Baliou, S., Adamaki, M., Ioannou, P., Pappa, A., Panayiotidis, M. I., Spandidos, D. A.,... & Zoumpourlis, V. (2021). Protective role of taurine against oxidative stress. *Molecular medicine reports*, 24(2), 1-19. <https://doi.org/10.3892/mmr.2021.12242>
- Balshaw, TG, Bampouras, TM, Barry, TJ, & Sparks, SA (2013). The effect of acute taurine ingestion on 3 km running performance in trained middle-distance runners. *Amino acids*, 44, 555-561. <https://doi.org/10.1007/s00726-012-1372-1>
- Beedie, C., Benedetti, F., Barbiani, D., Camerone, E., Cohen, E., Coleman, D.,... & Szabo, A. (2018). Consensus statement on placebo effects in sports and exercise: The need for conceptual clarity, methodological rigour, and the elucidation of neurobiological mechanisms. *European Journal of Sport Science*, 18(10), 1383-1389. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1496144>
- Benedetti, F., Pollo, A., Lopiano, L., Lanotte, M., Vighetti, S., & Rainero, I. (2003). Conscious expectation and unconscious conditioning in analgesic, motor, and hormonal placebo/nocebo responses. *Journal of Neuroscience*, 23(10), 4315-4323. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.23-10-04315.2003>
- Bkaily, G., Jazzar, A., Normand, A., Simon, Y., Al-Khoury, J., & Jacques, D. (2020). Taurine and heart disease: state of the art and prospects. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 98(2), 67-73. <https://doi.org/10.1139/cjpp-2019-0313>
- Chhabra, B., & Szabo, A. (2024). Effects of placebo and nocebo on sports and exercise performance: an update of a systematic literature review. *Nutrients*, 16(13), 1975. <https://doi.org/10.3390/nul16131975>
- De Oliveira Luz, L. G., & Farinatti, P. D. T. V. (2005). Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, 4(1), 43-48. <https://doi.org/10.33233/rbfe.v4i1.3585>
- Enck, P., & Klosterhalfen, S. (2019). Placebos and the placebo effect in drug trials. *Concepts and principles of pharmacology: 100 years of the handbook of experimental pharmacology*, 399-431. https://doi.org/10.1007/164_2019_269

- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, AG, & Buchner, A. (2007). G* Power 3: A flexible program of statistical power analysis for the social, behavioral and biomedical sciences. *Behavioral research methods*, 39(2), 175-191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Foos, T. M., & Wu, J. Y. (2002). The role of taurine in the central nervous system and the modulation of intracellular calcium homeostasis. *Neurochemical research*, 27, 21-26. <https://doi.org/10.1023/A:1014890219513>
- França, EF, Macedo, MM, de França, TR, Cossote, DF, Gonçalves, L., dos Santos, PAC, & Miyake, GM (2020). Health screening for participation in physical exercise programs after the COVID-19 pandemic: a necessary and emerging action for physical education professionals. *Revista Interamericana de Medicina e Saúde*, 3.<https://doi.org/10.31005/iajmh.v3i0.144>
- Ghandforoush-Sattari, M., Mashayekhi, S., Krishna, CV, Thompson, JP, & Routledge, PA (2010). Pharmacokinetics of oral taurine in healthy volunteers. *Journal of amino acids*, 2010(1), 346237. <https://doi.org/10.4061/2010/346237>
- Gutiérrez-Hellín, J., Ruiz-Moreno, C., Aguilar-Navarro, M., Muñoz, A., Varillas-Delgado, D., Amaro-Gahete, F. J.,... & Del Coso, J. (2021). Placebo effect of caffeine on substrate oxidation during exercise. *Nutrients*, 13(3), 782.<https://doi.org/10.3390/nut13030782>
- Haas, J. W., Rief, W., Glombiewski, J. A., Winkler, A., & Doering, B. K. (2020). Expectation-induced placebo effect on acute sadness in women with major depression: an experimental investigation. *Journal of affective disorders*, 274, 920-928. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.05.056>
- Herdy, A. H., Ritt, L. E. F., Stein, R., Araújo, C. G. S. D., Milani, M., Meneghelo, R. S.,... & Serra, S. M. (2016). Cardiopulmonary exercise testing: fundamentals, applicability and interpretation. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 107, 467-481. <https://doi.org/10.5935/abc.20160171>
- Higgins, JP, Babu, K., Deuster, PA, & Shearer, J. (2018). Energy drinks: an article on contemporary issues. *Current sports medicine reports*, 17(2), 65-72. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000454>
- Kadam, A., & Deshmukh, R. (2023). Energy drinks market by type (alcoholic, nonalcoholic), by end user (kids, adults, teenagers): global opportunity analysis and industry forecast, 2020-2031. Allied Market Research.
- Kaminsky, LA, Myers, J., Brubaker, PH, Franklin, BA, Bonikowske, AR, German, C., & Arena, R. (2024). 2023 Update: The importance of cardiorespiratory fitness in the United States. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 83, 3–9. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2024.01.020>

- Karlsson, P., Lind, L., Michaëlsson, K., & Malinowski, A. (2024). Cardiopulmonary exercise test and body composition. *ERJ Open Research*, 10(3). <https://doi.org/10.1183/23120541.00970-2023>
- Kumari, N., Prentice, H., & Wu, J. Y. (2013). Taurine and its neuroprotective role. *Taurine 8: Volume 1: The Nervous System, Immune System, Diabetes and the Cardiovascular System*, 19-27. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6130-2_2
- Kurtz, J. A., VanDusseldorp, T. A., Doyle, J. A., & Otis, J. S. (2021). Taurine in sports and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00438-0>
- Lindheimer, J. B., Szabo, A., Raglin, J. S., Beedie, C., Carmichael, K. E., & O'Connor, P. J. (2020). Reconceptualizing the measurement of expectations to better understand placebo and nocebo effects in psychological responses to exercise. *European journal of sport science*, 20(3), 338-346. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1674926>
- Lundby, C., Montero, D., & Joyner, M. (2017). Biology of VO₂max: looking under the physiology lamp. *Acta Physiologica*, 220(2), 218-228. <https://doi.org/10.1111/apha.12827>
- Matsudo, S., Araújo, T., Marsudo, V., Andrade, D., Andrade, E., & Braggion, G. (2001). International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): validity and reproducibility study in Brazil. *Rev. ativo. fis. saúde*, 05-18. <https://doi.org/10.12820/rbafs.v.6n2p5-18>
- Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson-Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M.,... & Engebretsen, L. (2018). IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 28(2), 104-125. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099027>
- Milioni, F., Malta, EDS, Rocha, LGSDA, Mesquita, CAA, de Freitas, EC, & Zagatto, AM (2016). Acute administration of high doses of taurine does not substantially improve high-intensity running performance and the effect on maximum accumulated oxygen deficit is unclear. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(5), 498-503. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0435>
- Ozan, M., Buzdagli, Y., Eyipinar, C. D., Baygutalp, N. K., Yüce, N., Oget, F.,... & Baygutalp, F. (2022). Does single or combined caffeine and taurine supplementation improve athletic and cognitive performance without affecting fatigue level in elite boxers? A double-blind, placebo-controlled study. *Nutrients*, 14(20), 4399. <https://doi.org/10.3390/nul4204399>
- Peterson, CM, Thomas, DM, Blackburn, GL, & Heymsfield, SB (2016). Universal equation for estimating ideal body weight and body weight at any BMI. *The American journal of clinical nutrition*, 103(5), 1197-1203. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.121178>

- Rahnama, N., Gaeini, A. A., & Kazemi, F. (2010). The effectiveness of two energy drinks on selected indices of maximal cardiorespiratory fitness and blood lactate levels in male athletes. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 15(3), 127. <https://doi.org/10.1161/JAHA.123.031399>
- Saito, T., Barreto, G., Saunders, B., & Gualano, B. (2020). Is open-label placebo a new ergogenic aid? A commentary on existing studies and guidelines for future research. *Sports Medicine*, 50(7), 1225-1229. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01285-w>
- Schaffer, SW, Shimada-Takaura, K., Jong, CJ, Ito, T., & Takahashi, K. (2016). Impaired energy metabolism of the heart with taurine deficiency. *Amino Acids*, 48, 549-558. <https://doi.org/10.1007/s00726-015-2110-2>
- Stavrou, V., Bardaka, F., Karetsi, E., Daniil, Z., & Gourgoulisanis, KI (2018). Brief review: ergospirometry in patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Jornal de Medicina Clínica*, 7(8), 191. <https://doi.org/10.3390/jcm7080191>
- Thirupathi, A., Pinho, RA, Baker, JS, István, B., & Gu, Y. (2020). Taurine reverses oxidative damage and restores muscle function in over-exercised muscles. *Frontiers in Physiology*, 11, 582449. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.582449>
- Thomas, JR, Nelson, JK e Silverman, SJ (2012). *Research Methods in Physical Activity*: Artmed.
- Tsuji, K., Tsuchiya, Y., Ueda, H., & Ochi, E. (2023). Home-based high-intensity interval training improves cardiorespiratory fitness: a systematic review and meta-analysis. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 15(1), 166. <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00777-2>
- Ward, R., Bridge, C. A., McNaughton, L. R., & Sparks, S. A. (2016). The effect of acute taurine ingestion on 4-km time trial performance in trained cyclists. *Amino acids*, 48, 2581-2587. <https://doi.org/10.1007/s00726-016-2282-4>
- Waldron, M., Patterson, S. D., Tallent, J., & Jeffries, O. (2018). The effects of an oral taurine dose and supplementation period on endurance exercise performance in humans: a meta-analysis. *Sports Medicine*, 48, 1247-1253. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0896-2>
- Yáñez-Sepúlveda, R., Cortés-Roco, G., Rivera-Kofler, T., Báez-San Martín, E., & Tuesta, M. (2023). Anthropometric profile, cardiorespiratory capacity and pulmonary function in an elite Chilean triathlete: A case study. *Journal of Human Sport and Exercise*, 18(4), 775-785. <https://doi.org/10.14198/jhse.2023.184.03>

RELATION BETWEEN MOTIVATION AND HEALTH -RELATED QUALITY OF LIFE AMONG FITNESS GYM CLIENTS

PEDRO DUARTE-MENDES

*SPRINT Sport Physical Activity and Health Research & Innovation Center,
Castelo Branco, Portugal - Polytechnic University of Castelo Branco*

ANDRÉ RAMALHO

*SPRINT Sport Physical Activity and Health Research & Innovation Center,
Castelo Branco, Portugal - Polytechnic University of Castelo Branco
PSYLAB – Faculty of Human Kinetics, University of Lisbon*

MIRIAM GARCÍA GÓNZALEZ

Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, Spain

RUI PAULO

*SPRINT Sport Physical Activity and Health Research & Innovation Center,
Castelo Branco, Portugal - Polytechnic University of Castelo Branco*

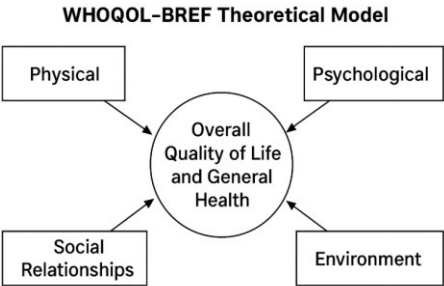
1. INTRODUCTION: MOTIVATION AND QUALITY OF LIFE

A gym practitioner—also referred to in the literature as a fitness center user or gym-goer—is defined as an individual who engages in regular, structured physical activity within the context of a gym or fitness facility. These activities typically include, but are not limited to, resistance training, aerobic conditioning, flexibility exercises, and participation in group fitness classes. The primary objectives of such participation are often the improvement or maintenance of physical fitness, health, aesthetic appearance, or athletic performance. According to Andersen, Ottesen, and Thing (2019), individuals who participate in fitness center activities experience not only physical health benefits but also social and psychological outcomes, indicating that the gym setting provides a multidimensional platform for health promotion.

Motivation is a significant driver to maintain a healthy lifestyle. Several mainstream theories have been used to study motivational processes in different contexts. A range of well-established theories have been employed to examine motivational processes across various contexts. Among them, Self-Determination Theory (SDT; Deci & Ryan, 2000) has been extensively applied to investigate individuals' motivation to engage in physical activity (Markland & Tobin, 2010; Ng et al., 2012). According to SDT, motivation is primarily driven by two types: intrinsic motivation, which refers to engaging in an activity for the inherent enjoyment it provides, and extrinsic motivation, which involves performing an activity for external reasons—such as achieving specific outcomes or avoiding negative judgments (Sebire et al., 2009; Ryan & Deci, 2017).

The World Health Organization defines quality of life as an individual's perception of their position in life, in the context of the culture and value systems in which they live, and in relation to their goals, expectations, standards, and concerns (Kuyken and The WHOQOL Group, 1995, p. 1405). Fleck et al. (2000) present a model (Fig.1) to support the WHOQOL-BREF Portuguese version based on the original authors.

FIGURE 1. Model of WHOQOL-BREF. Adapted from Fleck et al. (2000).



Physical activity plays a vital role in promoting a healthy lifestyle, and physical fitness has shown a positive impact on individuals' quality of life (QoL) (Puciato et al., 2017; Barranco-Ruiz et al., 2020; Soares-Miranda et al., 2021). This beneficial association has been observed not

only in overall QoL but also across its various domains—including physical, psychological, social, and environmental—across different age groups and among both healthy individuals and those with health conditions or pathologies. Fitness professionals (FPs), through their work, actively contribute to enhancing the QoL of their clients. However, the role of motivation in influencing subjective health-related quality of life (HRQoL) among physically active individuals, such as fitness gym clients, remains insufficiently understood.

Our study aims to explore the relation between motivation and subjective HRQoL among fitness gym clients.

2. METHODS

Sample

This cross-sectional study included 80 volunteers (mean age: 27.2 ± 9.6 years) from a fitness gym. The sample consisted of 29 females (mean age: 27.6 ± 10.3 years) and 51 males (mean age: 26.9 ± 9.3 years). Participants were recruited from a gym in the district of Castelo Branco and were required to have at least three years of regular gym training experience.

This study was conducted according to the Helsinki Declaration, and all procedures were approved by the Ethics Committee of the Polytechnic Institute of Castelo Branco (CE-IPCB) with number - 219/CE-IPCB/2025.

Instruments

The motivation was assessed with the Behavioural Regulation in Exercise Questionnaire (BREQ-3 Portuguese Version; Cid, et al., 2018) (Cronbach's Alpha = 0.82), which provided separate scores for amotivation (AM), external regulation (EX), introjected regulation (IJ), identified regulation (ID), integrated regulation (IG) and intrinsic regulation (IM), and the HRQoL was assessed with the WHOQOL-BREF (Vaz et al., 2006) (Cronbach's Alpha = 0.88) that is organized into four domains: physical, psychological, social relationships, and environment.

Procedures: Data Collection

Permission to collect data at the gyms was obtained from the administrators. Researchers approached randomly selected potential participants in the reception area before exercise sessions and at the end of the day, when gym attendance was highest. All participants provided signed informed consent. Confidentiality was guaranteed and assured, with clear communication, that the information would not be shared with third parties. After a brief explanation of the study's overall objective, the assessment instrument was administered individually to each participant, taking approximately 15 minutes to complete.

Statistical Analysis

Preliminary analysis

A priori power analysis through G*Power (3.1.9.2) (Faul et al., 2007) was used to determine the required sample size for the correlation considering the following input parameters: (effect size $d = 0.3$; $\alpha = 0.05$; statistical power = 0.85). The required sample size was 75 which was respected in the present study.

Main Statistical Analysis

Descriptive statistics (mean $\pm$ standard deviation) were calculated for all variables under study. Normality was assessed using the Kolmogorov-Smirnov test. For bivariate correlations, Pearson and Spearman correlation coefficients were used, and the coefficient of determination (r^2) was also calculated. To evaluate the strength of the correlations, the confidence intervals suggested by Hinkle, Wiersma, and Jurs (2003) were used: 0.90 to 1.00 "Very high"; 0.70 to 0.90 "High"; 0.50 to 0.70 "Moderate"; 0.30 to 0.50 "Low"; 0.10 to 0.30 "Small". Statistical tests were interpreted using a significance level of $p \leq 0.05$. Data analysis was performed using SPSS software version 25.0 (IBM, Chicago, Illinois, USA).

3. RESULTS

The descriptive statistics of our study are presented in Table 1.

TABLE 1. Descriptive statistics and normality of the Behavioural Regulation in Exercise Questionnaire and WHOQOL-BREF

	Variables	N	Min	Max	Mean	SD	Sig.
BREQ-3	Amotivation	80	0.00	3.25	0.17	0.55	<.001
	External Regulation	80	0.00	4.00	0.23	0.64	<.001
	Introjected Regulation	80	0.00	4.00	1.90	1.03	.200
	Identified Regulation	80	1.75	4.00	3.30	0.61	<.001
	Integrated Regulation	80	1.00	4.00	3.43	0.78	<.001
	Intrinsic Motivation	80	1.00	4.00	3.50	0.61	<.001
WHOQOL-BREF	Physical.	80	42.86	100.00	71.74	15.08	.014
	Psychological	80	16.67	100.00	70.89	15.54	.002
	Social	80	8.33	100.00	76.77	15.45	<.001
	Environment	80	46.88	100.00	71.60	12.18	.200

$p < 0.05$ – Non-normal data distribution

The inferential statistics are presented in Table 2. Our results suggest that the Intrinsic Motivation dimension is positively associated with Physical ($r = .207$; $p = .033$; $r^2 = 0.04$), Psychological ($r = .298$; $p = .004$; $r^2 = 0.09$), Social Relationships ($r = .205$; $p = .034$; $r^2 = 0.04$) and Environment ($r = .248$; $p = .013$; $r^2 = 0.06$) dimensions. External Regulation is negatively associated with Physical ($r = -.306$; $p = .003$; $r^2 = 0.09$), Psychological ($r = -.309$; $p = .003$; $r^2 = 0.09$) and Social Relationships ($r = -.215$; $p = .028$; $r^2 = 0.09$) dimensions. No significant associations were found between the other variables in the study.

TABLE 2. Correlations between BREQ-3 and WHOQOL-BREF

		BREQ-3					
		Amotivation	External Regulation	Introjected Regulation	Identified Regulation	Integrated Regulation	Intrinsic Motivation
WHOQOL-BREF	Physical	-.125	-.306**	-.116	.123	.048	.207*
		.135	.003	.152	.138	.338	.033
	Psychological	-.116	-.309**	-.210*	.278**	.220*	.298**
		.152	.003	.031	.006	.025	.004
	Social	-.008	-.215*	-.329**	.147	.129	.205*
		.473	.028	.001	.096	.127	.034
	Environment	-.032	-.123	-.086	.162	.185*	.248*
		.389	.139	.224	.076	.050	.013
** . Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed).							
* . Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed).							

4. DISCUSSION

Our study aims to explore the relation between motivation and subjective HRQoL among fitness gym clients. The main findings suggest that Intrinsic Motivation is linked to better HRQoL domains among gym fitness clients, while the External Regulation (whether physical, psychological, and social) tends to have a negative impact.

People who are intrinsically motivated are more likely to participate in activities because they find them enjoyable or challenging. In contrast, when engaging in personalized training or group exercise, extrinsic factors—such as external goals or expectations—often take precedence, making enjoyment and challenge secondary. Both challenge and enjoyment have been identified as intrinsic motives (Egli et al., 2011; Knowles et al., 2015) and typically exert a positive effect on exercise adherence (Dacey et al., 2008; Teixeira et al., 2012). One possible reason for this is that highly autonomous intrinsic motivation is better able to regulate a person's behavior to achieve good outcomes compared to extrinsic motivation (Teixeira et al., 2012). Additionally, some researchers classify stress management as an intrinsic motive (Maltby & Day, 2001). This finding is consistent with earlier research showing that individuals who engage in aerobic exercise are chiefly motivated by social health considerations (Fisher et al., 2017). Other investigations have identified affiliation as a key driver for sports participants (Ball et al., 2014), particularly in team-based activities (Molanorouzi et al., 2015) and even in extreme conditioning programs (Marin et al., 2018). Moreover, a Chinese study highlighted the importance of affiliation in people's choice to take part in cultural leisure activities (Rahman et al., 2019). In essence, the desire for belonging often prompts individuals to join a group. Moreover, health motivation enhanced identified regulation and showed a positive association with exercise participation, which in turn contributes to improved physical fitness levels (Inglelew & Markland, 2008).

Some of the limitations of our study focus on the sample size power for relational studies, as well as the fact that no differentiation was made between sexes. Regarding future studies, we suggest increasing the

number of participants and applying structural equation modeling methodologies, as well as longitudinal studies, in order to better understand the constructs associated with these themes. The relevance of our study lies in understanding the importance of the relationship between motivation and quality of life in gym-goers, so that professionals working in the fitness industry can make better decisions regarding their practice groups.

4. CONCLUSION

The results of this study suggest that intrinsic motivation is positively related to important aspects of health-related quality of life among individuals who attend the gym regularly. In contrast, external forms of regulation, whether physical, psychological, or social, appear to have a more negative effect. These findings point to the potential value of encouraging intrinsic motivation in fitness contexts. Focusing on elements such as enjoyment, personal satisfaction, and self-improvement may help promote more consistent participation and better overall well-being among gym users.

5. REFERENCES

- Andersen, M. H., Ottesen, L. S., & Thing, L. F. (2019). The social and psychological health outcomes of engaging in fitness center activities. *Scandinavian Journal of Public Health*, 47(7), 832–839. <https://doi.org/10.1177/1403494818795483>
- Ball J. W., Bice M. R., & Parry T. (2014). Adults' motivation for physical activity: differentiating motives for exercise, sport, and recreation. *Recreational Sports J.* 38 130–142. 10.1123/rsj.2014-0048
- Barranco-Ruiz, Y., Paz-Viteri, S., Villa-González, E., & Sánchez-Alcaraz Martínez, B. J. (2020). Fitness level and its association with health-related quality of life in adolescents: A systematic review. *Children*, 7(12), 245. <https://doi.org/10.3390/children7120245>
- Cid, L., Monteiro, D., Teixeira, D., Teques, P., Alves, S., Moutão, J., Silva, M., & Palmeira, A. (2018). The Behavioral Regulation in Exercise Questionnaire (BREQ-3) Portuguese-Version: Evidence of Reliability, Validity and Invariance Across Gender. *Frontiers in psychology*, 9, 1940. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01940>

- Dacey, M., Baltzell, A., & Zaichkowsky, L. (2008). Older adults' intrinsic and extrinsic motivation toward physical activity. *American Journal of Health Behavior*, 32(6), 570–582. <https://doi.org/10.5993/AJHB.32.6.2>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Egli T., Bland H. W., Melton B. F., & Czech D. R. (2011). Influence of age, sex, and race on college students' exercise motivation of physical activity. *J. Am. Coll. Health* 59 399–406. <https://doi.org/10.1080/07448481.2010.513074>
- Faul, F, Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007) G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods* 2007;39: 175–191 <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Fisher J., Sales A., Carlson L., Steele J. (2017). A comparison of the motivational factors between crossfit participants and other resistance exercise modalities: a pilot study. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 57 1227–1234. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06434-3>
- Fleck, M. P., Louzada, S., Xavier, M., Chachamovich, E., Vieira, G., Santos, L., & Pinzon, V. (2000). Aplicação da versão em português do instrumento abreviado de avaliação de qualidade de vida “WHOQOL-bref”. *Revista de Saúde Pública*, 33(2), 178–183. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102000000200012>
- Hinkle, D., Wiersma, W., & Jurs, S. (2003). *Applied statistics for the behavioral sciences* (5. Ed.). Boston: Houghton Mifflin.
- Ingledeu, D. K., & Markland, D. (2008). The role of motives in exercise participation. *Psychology & health*, 23(7), 807–828. <https://doi.org/10.1080/08870440701405704>
- Knowles A., Herbert P., Easton C., Sculthorpe N., Grace F. M. (2015). Impact of low-volume, high-intensity interval training on maximal aerobic capacity, health-related quality of life and motivation to exercise in ageing men. *Age* 37 1–12. <https://doi.org/10.1007/s11357-015-9763-3>
- Kuyken, W., & The WHOQOL Group. (1995). The World Health Organization Quality of Life Assessment (WHOQOL): Position paper from the World Health Organization. *Social Science & Medicine*, 41(10), 1403–1409. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(95\)00112-K](https://doi.org/10.1016/0277-9536(95)00112-K)
- Marin D. P., Polito L. F. T., Foschini D., Urtado C. B., & Otton R. (2018). Motives, motivation and exercise behavioral regulations in crossfit and resistance training participants. *Psychology* 9:2869. <https://doi.org/10.4236/psych.2018.914166>

- Maltby J., Day L. (2001). The relationship between exercise motives and psychological well-being. *J. Psychol.* 135 651–660.
<https://doi.org/10.1080/00223980109603726>
- Markland, D., & Tobin, V. (2010). A modification to the behavioral regulation in exercise questionnaire to include an assessment of amotivation. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 32(2), 191–196.
<https://doi.org/10.1123/jsep.32.2.191>
- Molanorouzi K., Khoo S., Morris T. (2015). Motives for adult participation in physical activity: type of activity, age, and gender. *BMC Public Health* 15:66. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1429-7>
- Ng, J. Y. Y., Ntoumanis, N., Thøgersen-Ntoumani, C., Deci, E. L., Ryan, R. M., Duda, J. L., & Williams, G. C. (2012). Self-determination theory applied to health contexts: A meta-analysis. *Perspectives on Psychological Science*, 7(4), 325–340. <https://doi.org/10.1177/1745691612447309>
- Puciato, D., Rozpara, M., & Borysiuk, Z. (2017). Physical activity as a determinant of quality of life in working-age people in Wrocław, Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1), 98. <https://doi.org/10.3390/ijerph15010098>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). *Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. Guilford Press.
- Sebire, S. J., Standage, M., & Vansteenkiste, M. (2009). Examining intrinsic versus extrinsic exercise goals: Cognitive, affective, and behavioral outcomes. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31(2), 189–210.
<https://doi.org/10.1123/jsep.31.2.189>
- Soares-Miranda, L., Marques, A., Sattelmair, J., & Siscovick, D. (2021). Physical activity and health-related quality of life. In R. M. Klimis-Zacas (Ed.), *Nutrition and functional foods in health and disease: Prevention and treatment* (pp. 363–380). CRC Press.
- Teixeira, P. J., Silva, M. N., Mata, J., Palmeira, A. L., & Markland, D. (2012). Motivation, self-determination, and long-term weight control. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 9, 22.
<https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-22>
- Vaz Serra, A., Canavarro, M. C., Simões, M. R., Pereira, M., Gameiro, S., Quartilho, M. J., Carona, C. & Paredes, T. (2006). Estudos psicométricos do instrumento avaliação da Qualidade de Vida da Organização Mundial de Saúde (WHOQOL-Bref) para Português de Portugal. *Psiquiatria Clínica*, 27(1), 41-49.
- World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA* 2013; 310: 2191–2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>.

IMPACTO DEL FITNESS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

ALEJANDRO CARRILLO RUBIO
Universidad Rey Juan Carlos

MIRIAM GARCÍA GONZÁLEZ
Universidad Rey Juan Carlos

1. INTRODUCCIÓN

El fitness, entendido como la práctica regular de actividad física con el objetivo de mejorar la salud y el bienestar, ha ganado una notable popularidad en las últimas décadas (Gómez Chávez et al., 2025). Este fenómeno no es ajeno al ámbito universitario, donde los estudiantes se enfrentan a múltiples desafíos que pueden afectar su salud física y mental (Espinosa Arreaga et al., 2024). El ejercicio regular se asocia con un mejor autoconcepto, un mayor bienestar subjetivo y una reducción del estrés percibido entre los estudiantes. En este contexto, el fitness emerge como una herramienta valiosa para promover hábitos saludables, reducir el estrés y mejorar el rendimiento académico (Prieto et al., 2018). Este documento explora el impacto del fitness en los estudiantes universitarios, basándose en estudios recientes y datos recopilados en investigaciones específicas.

1.1. IMPORTANCIA DEL FITNESS EN LA SALUD FÍSICA Y MENTAL

La práctica regular de actividad física tiene múltiples beneficios para la salud física y mental. Según un estudio longitudinal realizado por Teuber et al. (2024), la actividad física mejora la carga de estrés, la recuperación y los parámetros relacionados con el rendimiento académico entre los estudiantes universitarios.

Otro estudio realizado por Yapar et al. (2025) encontró que los niveles de actividad física están positivamente asociados con la autoeficacia, la resiliencia psicológica y la autoconfianza entre los estudiantes universitarios. Esta investigación destaca que la actividad física regular no solo mejora la salud física, sino que también tiene un impacto profundo en el bienestar psicológico. En particular, los estudiantes que participan frecuentemente en actividades físicas tienden a desarrollar una mayor autoeficacia, lo que se traduce en una mayor confianza en sus capacidades para enfrentar desafíos académicos y personales. Además, la resiliencia psicológica se ve fortalecida por la práctica regular de ejercicio, permitiendo a los estudiantes manejar mejor el estrés y las presiones académicas. Asimismo, la autoconfianza, tanto interna como externa, también aumenta con niveles más altos de actividad física, sugiriendo que el ejercicio regular contribuye a una mejor percepción de sí mismos y a una mayor seguridad en sus interacciones sociales. Estos hallazgos subrayan la importancia de promover la actividad física en el entorno universitario para mejorar el bienestar psicológico y la capacidad de los estudiantes para enfrentar los desafíos académicos y personales.

1.2. IMPACTO DEL FITNESS EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO

Según Teuber et al. (2024), los estudiantes que participan regularmente en actividades físicas tienden a gestionar mejor el estrés y a tener una mayor capacidad de recuperación, lo que se refleja en un mejor desempeño académico. Asimismo, se destaca la importancia de incorporar pausas activas durante las sesiones de estudio y fomentar la actividad física en el tiempo libre, ya que estas prácticas tienen un impacto positivo en la percepción del rendimiento académico y en la experiencia de recuperación de los estudiantes.

Por otra parte, estudios recientes han demostrado sistemáticamente los efectos positivos de la actividad física regular sobre la función cognitiva en diferentes grupos de edad. En los adultos mayores, el ejercicio físico puede mejorar la cognición global, la memoria, la atención y las funciones ejecutivas, retrasando potencialmente la aparición de la demencia (Russo et al., 2020). En niños y preadolescentes, la actividad física a largo plazo se asocia con cambios beneficiosos en las funciones

neurofisiológicas (Jiménez Vaquerizo, 2022). En concreto, la actividad física regular ha mostrado efectos significativos sobre determinadas medidas cognitivas en preadolescentes (Gallego Zumaquero et al., 2015). En niños en edad escolar, las intervenciones de actividad física pueden mejorar el rendimiento académico, particularmente en matemáticas y pensamiento lógico. Sin embargo, el volumen y la intensidad del ejercicio deben ser adecuados, siendo más eficaces las tareas de motricidad gruesa y los deportes de equipo debido a sus mayores demandas cognitivas (Chacón-Cuberos et al., 2020). Estos hallazgos apoyan la noción de que la actividad física regular está asociada con mejoras en la concentración, la memoria y las habilidades cognitivas en varios grupos de edad.

1.3. BARRERAS Y FACILITADORES PARA LA PRÁCTICA DEL FITNESS

Las investigaciones indican que los estudiantes universitarios enfrentan diversas barreras para realizar actividad física, siendo la falta de tiempo el principal obstáculo (Sevil et al., 2017; Franco Idárraga et al., 2022). Además, otras barreras importantes incluyen la carga de trabajo académico, el cansancio y las instalaciones inadecuadas (Guachi-Loma & Correa-Burgos, 2024; Benalcázar et al., 2020). Es notable que las diferencias de género son evidentes, ya que las estudiantes generalmente perciben más barreras que los hombres (Sevil et al., 2017). Asimismo, los estudiantes que no alcanzan los niveles de actividad física recomendados tienden a percibir más barreras (Sevil et al., 2017). Por otro lado, los programas académicos específicos también pueden influir en la percepción de barreras, ya que los estudiantes de Bellas Artes reportan más obstáculos en comparación con los estudiantes de Educación y Agronomía (Franco Idárraga et al., 2022).

Para hacer frente a estos desafíos, las universidades pueden desempeñar un papel crucial proporcionando oportunidades y recursos para que los estudiantes permanezcan activos (Benalcázar et al., 2020). Entre las soluciones propuestas se incluyen el desarrollo de blogs metodológicos y la implementación de espacios académicos que promuevan la motivación intrínseca y extrínseca para la actividad física (Benalcázar et al., 2020; Franco Idárraga et al., 2022).

Las universidades pueden promover la actividad física (AF) creando entornos de apoyo, ofreciendo actividades diversas e integrando la AF en los procesos de aprendizaje. Fomentar la AF durante la transición a la universidad es crucial para desarrollar estilos de vida saludables. Estos hallazgos resaltan la necesidad de que las universidades prioricen y faciliten la AF para mejorar el bienestar general y el éxito académico de los estudiantes. En particular, pueden desempeñar un papel fundamental al proporcionar recursos y oportunidades que motiven a los estudiantes a mantenerse activos. Por ejemplo, la creación de programas de ejercicio, la disponibilidad de instalaciones deportivas adecuadas y la organización de eventos relacionados con la AF pueden ser estrategias efectivas (Gómez-Mazorra et al., 2021).

2. OBJETIVOS

El objetivo principal del estudio consiste en analizar las percepciones del alumnado sobre el fitness, identificando posibles diferencias entre hombres y mujeres. Se busca entender cómo cada género percibe el fitness en términos de gusto, aburrimiento, beneficios, dinámica de las clases y su importancia en la Educación Física.

3. METODOLOGÍA

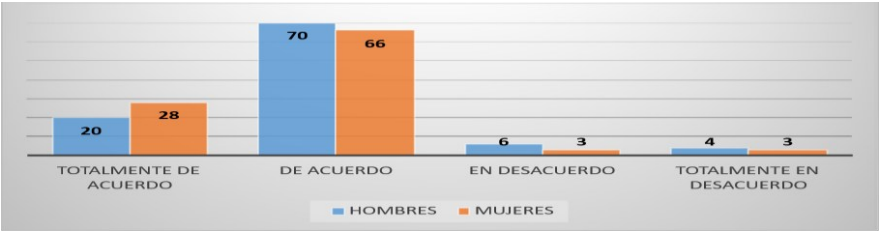
Para este estudio, se contó con la participación de 75 estudiantes universitarios de la titulación de Educación Primaria con Mención en Educación Física de la Universidad Rey Juan Carlos, de los cuales el 61% eran hombres y el 39% mujeres. Para valorar las opiniones de los estudiantes respecto al fitness, se diseñó un cuestionario ad hoc utilizando la plataforma Microsoft Forms, compuesto por cinco preguntas cerradas con cuatro opciones de respuesta: “Totalmente de acuerdo”, “De acuerdo”, “En desacuerdo” y “Totalmente en desacuerdo”. Los cuestionarios fueron completados antes de participar en una clase práctica, donde los estudiantes experimentaron diferentes ejercicios y rutinas de fitness, permitiéndoles obtener una comprensión más profunda de la actividad física. Las preguntas del cuestionario se centraron en evaluar cinco aspectos clave: el gusto por el fitness, la percepción de

aburrimiento, los beneficios del fitness, la dinámica de una clase de fitness y la importancia de incluir el fitness en las clases de Educación Física. A través de estos aspectos, se buscaba observar la percepción integral de los estudiantes respecto al fitness en diferentes contextos y su relevancia en el ámbito educativo. Gracias a la clase práctica y vivencial, los estudiantes experimentaron de primera mano el fitness, lo que podría influir en sus percepciones y respuestas futuras.

4. RESULTADOS

En la imagen 1 se muestran los porcentajes de respuesta a la afirmación “Me gusta el fitness”. La respuesta mayoritaria en ambos géneros ha sido “De acuerdo”, con un 70% de los hombres y un 66% de las mujeres. “Totalmente de acuerdo” ha sido la segunda opción más votada por ambos géneros, con un 20% de los hombres y un 28% de las mujeres. Las respuestas menos valoradas han sido “En desacuerdo”, con un 6% de los hombres y un 3% de las mujeres, y “Totalmente en desacuerdo”, con un 4% de los hombres y un 3% de las mujeres. Estos resultados sugieren que no existe ninguna diferencia significativa en la percepción del gusto por el fitness entre hombres y mujeres.

GRÁFICO 1. Resultados a la pregunta: “me gusta el fitness”

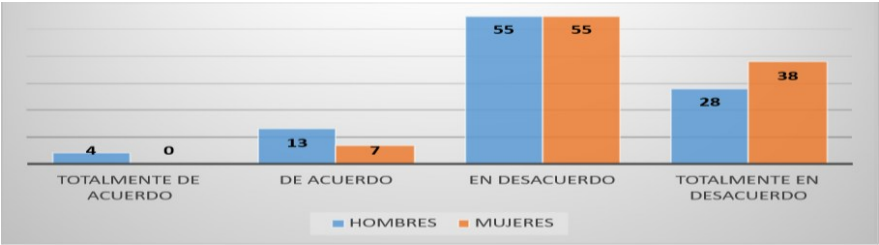


Nota: Diferencias entre hombres (azul) y mujeres (naranja). Totalmente de acuerdo; de acuerdo; en desacuerdo; totalmente en desacuerdo. Elaboración propia.

En la imagen 2 se muestran los porcentajes de respuesta a la afirmación “El fitness me parece aburrido”. La respuesta mayoritaria en ambos géneros ha sido “En desacuerdo”, con un 55% tanto de hombres como de mujeres. “Totalmente en desacuerdo” ha sido la segunda opción más votada por ambos géneros, con un 28% de los hombres y un 38% de las

mujeres. Las respuestas menos valoradas han sido “Totalmente de acuerdo”, con un 4% de los hombres y un 0% de las mujeres, y “De acuerdo”, con un 13% de los hombres y un 7% de las mujeres. Estos resultados sugieren que tanto hombres como mujeres encuentran entretenido el fitness.

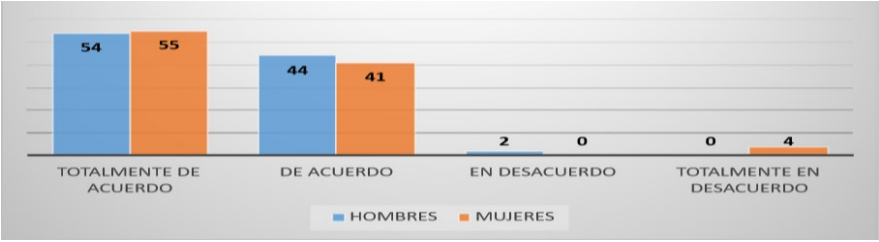
GRÁFICO 2. Resultados a la pregunta: “el fitness me parece aburrido”



Nota: Diferencias entre hombres (azul) y mujeres (naranja). Totalmente de acuerdo; de acuerdo; en desacuerdo; totalmente en desacuerdo. Elaboración propia

La imagen 3 muestra los porcentajes de respuesta a la afirmación “El fitness tiene muchos beneficios para las personas”. La respuesta mayoritaria en ambos géneros ha sido “Totalmente de acuerdo”, con un 54% de los hombres y un 55% de las mujeres. “De acuerdo” ha sido la siguiente respuesta más votada, con un 44% de los hombres y un 41% de las mujeres. Es destacable que solo el 2% de los hombres haya votado “En desacuerdo” y el 4% de las mujeres haya votado “Totalmente en desacuerdo”. Estos resultados sugieren que los estudiantes tienen muy claro que el fitness otorga muchos beneficios a las personas.

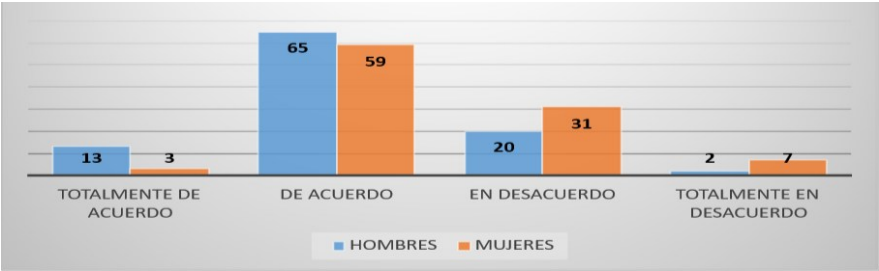
GRÁFICO 3. Resultados a la pregunta: “el fitness tiene muchos beneficios para las personas”



Nota: Diferencias entre hombres (azul) y mujeres (naranja). Totalmente de acuerdo; de acuerdo; en desacuerdo; totalmente en desacuerdo. Elaboración propia.

En la imagen 4 se muestran los porcentajes de respuesta a la afirmación “Una clase de fitness es hacer caso al monitor y seguir sus indicaciones”. La respuesta mayoritaria en ambos géneros ha sido “De acuerdo”, con un 65% de los hombres y un 59% de las mujeres. “En desacuerdo” ha sido la segunda opción más votada por ambos géneros, con un 20% de los hombres y un 31% de las mujeres. Las respuestas menos valoradas han sido los extremos: “Totalmente de acuerdo”, con un 13% de los hombres y un 3% de las mujeres, y “Totalmente en desacuerdo”, con un 2% de los hombres y un 7% de las mujeres. Estos resultados sugieren que tanto hombres como mujeres entienden estas clases como un seguimiento de las indicaciones del profesional docente que las imparte.

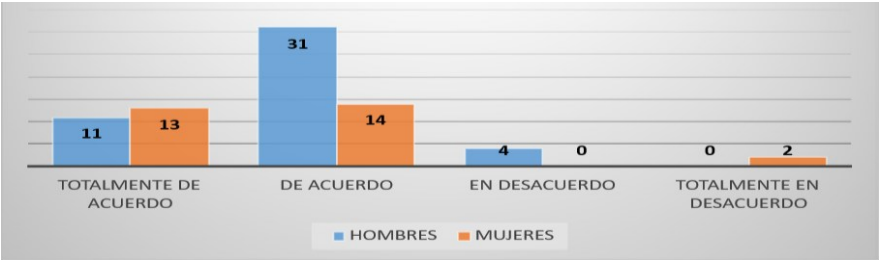
GRÁFICO 4. Resultados a la pregunta: “Una clase de fitness es hacer caso al monitor y seguir sus indicaciones”



Nota: Diferencias entre hombres (azul) y mujeres (naranja). Totalmente de acuerdo; de acuerdo; en desacuerdo; totalmente en desacuerdo. Elaboración propia.

En la imagen 5 se muestran los porcentajes de respuesta a la afirmación “Considero importante incluir el fitness en las clases de Educación Física”. La respuesta mayoritaria en ambos géneros ha sido “De acuerdo”, con un 31% de los hombres y un 14% de las mujeres. “Totalmente de acuerdo” ha sido la segunda opción más votada por ambos géneros, con un 11% de los hombres y un 13% de las mujeres. Es destacable que solo el 4% de los hombres haya votado “En desacuerdo” y el 2% de las mujeres haya votado “Totalmente en desacuerdo”. Estos resultados sugieren que tanto hombres como mujeres entienden y reconocen la importancia de incluir el fitness en las clases de Educación Física.

GRÁFICO 5. Resultados a la pregunta: “Considero importante incluir el fitness en las clases de Educación Física”



Nota: Diferencias entre hombres (azul) y mujeres (naranja). Totalmente de acuerdo; de acuerdo; en desacuerdo; totalmente en desacuerdo. Elaboración propia.

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos revelan diferencias en la percepción del fitness entre hombres y mujeres. Se evaluaron diversas afirmaciones relacionadas con el gusto por el fitness, la percepción de aburrimiento, la dinámica de seguir las indicaciones del monitor en una clase de fitness, los beneficios del fitness y la importancia de incluir el fitness en Educación Física. Estos hallazgos permiten comprender mejor las actitudes y opiniones sobre el fitness según el género.

Los resultados obtenidos en la pregunta “me gusta el fitness” muestran una alta aceptación tanto entre hombres como mujeres, con un 90% de los hombres y un 94% de las mujeres estando de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación “me gusta el fitness”. Esta alta preferencia por el fitness entre ambos géneros sugiere que el fitness es una actividad ampliamente valorada y aceptada en el ámbito universitario. Aunque los porcentajes de acuerdo y total acuerdo son ligeramente más altos en mujeres (94%) que en hombres (90%), la diferencia no es significativa. Esto indica que tanto hombres como mujeres tienen una percepción similar respecto al gusto por el fitness. Este hallazgo es consistente con estudios previos que han demostrado que la actividad física es igualmente beneficiosa y valorada por ambos géneros (Teuber et al., 2024; Yapar et al., 2025).

Los resultados obtenidos en la pregunta “el fitness me parece aburrido” muestran que la mayoría de los estudiantes, tanto hombres como mujeres, no consideran el fitness aburrido, lo cual se refleja en el alto porcentaje de desacuerdo (55%) y total desacuerdo (66%). La alta proporción de estudiantes que están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo refuerza la idea de que el fitness es una actividad atractiva, apreciada y disfrutada. Este hallazgo es consistente con estudios previos que han demostrado que la actividad física es igualmente valorada por ambos géneros (Teuber et al., 2024; Yapar et al., 2025). Además, ninguna mujer está totalmente de acuerdo con que el fitness es aburrido, mientras que el 7% está de acuerdo. Este hallazgo es consistente con estudios previos que han demostrado que la actividad física, puede ser una fuente de entretenimiento y motivación para los estudiantes universitarios. Estrada-Araoz et al. (2024) han demostrado que la actividad física, en particular las actividades relacionadas con la forma física, pueden ser una fuente de entretenimiento y motivación para los estudiantes universitarios. La investigación muestra que el autoconcepto físico está positivamente correlacionado con la motivación para la actividad física entre los estudiantes universitarios y que las principales motivaciones para realizar actividad física se identificaron como la forma física, el disfrute y la competencia.

Los resultados obtenidos en la pregunta “el fitness tiene muchos beneficios para las personas” muestran que una gran mayoría de los estudiantes, tanto hombres como mujeres, reconocen los beneficios del fitness. En detalle, el 54% de los hombres está totalmente de acuerdo con que el fitness tiene muchos beneficios, y el 44% está de acuerdo. Solo un 2% de los hombres está en desacuerdo y ninguno está totalmente en desacuerdo. Estos resultados indican que los estudiantes tienen muy claro que el fitness otorga muchos beneficios a las personas. La alta proporción de estudiantes que están de acuerdo o totalmente de acuerdo con los beneficios del fitness sugiere una percepción positiva y bien fundamentada sobre la actividad física. Este hallazgo es consistente con estudios previos que han demostrado los múltiples beneficios del fitness para la salud física y mental. Por ejemplo, Teuber et al. (2024) encontraron que la actividad física mejora la carga de estrés, la

recuperación y los parámetros relacionados con el rendimiento académico entre los estudiantes universitarios. Además, Yapar et al. (2025) destacaron que los niveles de actividad física están positivamente asociados con la autoeficacia, la resiliencia psicológica y la autoconfianza entre los estudiantes universitarios. Aunque hay una ligera diferencia en las respuestas de hombres y mujeres, con un 2% de los hombres en desacuerdo y un 4% de las mujeres totalmente en desacuerdo, estas diferencias no son significativas. Ambos géneros reconocen ampliamente los beneficios del fitness, lo que refuerza la idea de que la actividad física es valorada de manera similar por hombres y mujeres.

En cuanto a la pregunta “una clase de fitness es hacer caso al monitor y seguir sus indicaciones” los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes, tanto hombres como mujeres, están de acuerdo en que una clase de fitness consiste en seguir las indicaciones del monitor. Esto se refleja en el alto porcentaje de acuerdo: 65% para hombres y 59% para mujeres. Sin embargo, un 31% de las mujeres está en desacuerdo y un 7% está totalmente en desacuerdo. Estos resultados indican que tanto hombres como mujeres entienden estas clases como un seguimiento de las indicaciones del profesional docente que las imparte. No obstante, los hombres tienden a estar más de acuerdo con esta afirmación que las mujeres, con un 13% de hombres totalmente de acuerdo en comparación con solo un 3% de mujeres. Este hallazgo sugiere que existen diferencias de género en los hábitos y preferencias de ejercicio físico. Por ejemplo, según Anchía-Umaña et al. (2019), en las clases de fitness, los hombres muestran un mayor acuerdo con seguir las instrucciones del instructor en comparación con las mujeres. En su estudio se observó que los hombres no solo tienen una mayor tendencia a seguir las indicaciones del monitor, sino que también participan más activamente en las clases de fitness. Esto puede deberse a que los hombres perciben estas clases como una oportunidad para mejorar su condición física y alcanzar sus objetivos de salud, mientras que las mujeres pueden tener otras motivaciones y preferencias en el ámbito del ejercicio físico.

Los resultados obtenidos en la pregunta “Considero importante incluir el fitness en las clases de Educación Física” muestran que la mayoría de los estudiantes, tanto hombres como mujeres, están de acuerdo con

esta afirmación. En concreto, el 31% de los hombres y el 14% de las mujeres votaron “De acuerdo”, mientras que el 11% de los hombres y el 13% de las mujeres votaron “Totalmente de acuerdo”. Es notable que solo el 4% de los hombres haya votado “En desacuerdo” y el 2% de las mujeres “Totalmente en desacuerdo”, lo que indica una aceptación generalizada de la inclusión del fitness en el currículo de Educación Física. Estos resultados sugieren que tanto hombres como mujeres reconocen la importancia del fitness para mejorar la condición física y fomentar hábitos saludables. La Educación Física desempeña un papel crucial en el aumento de los niveles diarios de actividad física, lo cual está vinculado a una multitud de beneficios para la salud, incluyendo mejoras en la aptitud cardiorrespiratoria, la fuerza muscular y los resultados académicos (Muntaner-Mas, 2024). Sin embargo, los hombres muestran una mayor tendencia a estar de acuerdo con esta inclusión, lo que podría reflejar diferencias en las percepciones y prioridades respecto al ejercicio físico entre géneros (Anchía-Umaña et al., 2019).

6. CONCLUSIONES

En conclusión, este estudio muestra que tanto hombres como mujeres valoran positivamente la práctica del fitness, reconociendo sus múltiples beneficios para la salud física y mental. Los resultados indican una alta aceptación del fitness, con la mayoría de los estudiantes considerando que esta actividad no es aburrida y que tiene muchos beneficios. Además, se destaca la importancia de seguir las indicaciones del monitor durante las clases de fitness y la relevancia de incluir el fitness en el currículo de Educación Física. Aunque existen algunas diferencias, ambos géneros coinciden en la necesidad de promover esta práctica.

Las universidades deben considerar estas percepciones y facilitar la actividad física mediante la creación de entornos de apoyo y la oferta de programas y recursos adecuados. Fomentar la actividad física durante la etapa universitaria es crucial para desarrollar estilos de vida saludables y mejorar la calidad de vida de los estudiantes. Asimismo, es fundamental que las instituciones educativas promuevan campañas de concienciación sobre los beneficios del fitness, incentivando a los

estudiantes a participar activamente en estas actividades. La colaboración entre profesores y estudiantes puede crear un ambiente más dinámico y motivador, contribuyendo a una mejor integración del fitness en la vida diaria de los universitarios.

8. REFERENCIAS

- Anchía-Umaña, I., Elizondo-Monge, A., Monge-Poltronieri, S., Revuelta-Sánchez, I., Sánchez-Ureña, B. & Gutiérrez-Vargas, J.C. (2019). Preferences of Students of Free Courses on the Modalities of Fitness or Wellness According to Sex. *Revista Electrónica Educare*, 23(3), 1-14. <https://doi.org/10.15359/ree.23-3.10>
- Benalcázar, A. B., Ramírez Pérez, J. A., García Pascacio, L. E., Gómez Orozco, F. M., Dionicio Olvera, G., Hernandez Andrade, I., Vázquez Rodríguez, X., Jiménez Arroyo, V., Rivas Huaman, R. G., Mejía Carrillo, M. J., Álvarez Sepúlveda, H. A., Hernández de la Guarda, M., Maureira Morales, J., Medina Rubio, F., Ramos López, J., Sosa Bitulas, L. A., Rojas Orellana, F., Alarcón Vila, P. A., & Torrealva Cabrera, M. E. (2020). *Enfoques Interdisciplinarios en Ciencias Sociales. Análisis de Problemáticas Contemporáneas (Volumen I)*. Religación Press. <https://doi.org/10.46652/ReligacionPress.184>
- Chacón-Cuberos, R., Zurita-Ortega, F., Ramírez-Granizo, I., & Castro-Sánchez, M. (2020). Physical Activity and Academic Performance in Children and Preadolescents: A Systematic Review. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 139, 1-9. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2020/1\).139.01](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2020/1).139.01)
- Espinosa Arreaga, G. B., Saltos Zambrano, C. E., Sarmiento Barreiro, L. M., & Reyes Sánchez, Z. G. (2024). Análisis de la actividad física en los estudiantes universitarios: una revisión sistemática. *RECIAMUC*, 8(2), 2-13. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.\(2\).abril.2024.2-13](https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.(2).abril.2024.2-13)
- Estrada-Araoz, E. G., Quispe-Mamani, Y. A., Noblega-Reinoso, H., & Malaga-Yllpa, Y. (2024). Autoconcepto físico y motivación hacia la práctica de actividad física en estudiantes universitarios: un estudio transversal (Physical self-concept and motivation toward physical activity in university students: a cross-sectional study). *Retos*, 61, 39–48. <https://doi.org/10.47197/retos.v61.109580>
- Franco Idárraga, S. M., Vásquez Gómez, A. C., Valencia Rico, C. L., Vidarte Claros, J. A., y Castiblanco Arroyave, H. D. (2022). Barreras para el ejercicio físico en estudiantes universitarios de Manizales, Colombia: diferencias por programa académico. *Hacia La Promoción de La Salud*, 27(1), 129–142. <https://doi.org/10.17151/hpsal.2022.27.1.10>

- Gallego Zumaquero, V., Hernández Mendo, A., Reigal Garrido, R. E., & Juárez Ruiz de Mier, R. (2015). Effects of Physical Activity on Cognitive Functioning in a Sample of Preadolescent Children. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 121, 20-27. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2015/3\).121.03](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/3).121.03)
- Gómez Chávez, L. F. J., López-Haro, J., Cortés Almanzar, P., Pelayo-Zavalza, A. R., & Aguirre-Rodríguez, L. E. (2025). Encuesta nacional de tendencias fitness para México en 2025: actualidad y direcciones futuras en acondicionamiento físico y salud. *Retos*, 63, 949–964. <https://doi.org/10.47197/retos.v63.109837>
- Gómez-Mazorra, M., Reyes-Amigo, T., Tovar Torres, H. G., Sánchez-Oliva, D., & Labisa-Palmeira, A. (2022). Actividad física en tiempo libre en estudiantes universitarios y transición escolar a la universidad desde las teorías de comportamiento: una revisión sistemática (Leisure-time in physical activity in university students and school transition to university). *Retos*, 43, 699–712. <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.89693>
- Guachi-Loma, R. E., & Correa-Burgos, J. A. (2024). Barreras a la actividad física entre estudiantes universitarias: un análisis en la Universidad Técnica de Machala. *Sociedad & Tecnología*, 7(3), 285–297. <https://doi.org/10.51247/st.v7i3.445>
- Jimenez Vaquerizo, E. (2022). Los efectos neurofisiológicos de la actividad física en los niños: revisión sistemática. *Revista Iberoamericana De Ciencias De La Actividad Física Y El Deporte*, 11(3), 170–188. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2022.v11i2.14533>
- Muntaner-Mas, A. (2024). Actividad física y salud a través de la educación física. En: García-Hermoso, A. (eds) *Promoción de la actividad física y la salud en el ámbito escolar*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-65595-1_7
- Prieto, M.B., Franco, M., & Rio, M.R. (2018). Sedentarismo y salud: efectos beneficiosos de la actividad física en estudiantes universitarios. *ReiDoCrea*, 7, 79-84. <http://dx.doi.org/10.30827/Digibug.49826>
- Russo, M. J., Kañevsky, A., Leis, A., Iturry, M., Roncoroni, M., Serrano, C., Cristalli, U., J. & Zuin, D. Papel de la actividad física en la prevención de deterioro cognitivo y demencia en adultos mayores: una revisión sistemática. *Neurología Argentina*, 12(2), 124-137. <https://doi.org/10.1016/j.neuarg.2020.01.003>
- Sevil, J., Práxedes, A., Zaragoza, J., Del Villar, F. y García-González, L. (2017). Barreras percibidas para la práctica de actividad física en estudiantes universitarios. Diferencias por género y niveles de actividad física. *Universitas Psychologica*, 16(4), 1-15. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsyl6-4.bppa>

- Teuber, M., Leyhr, D., & Sudeck, G. (2024). Physical activity improves stress load, recovery, and academic performance-related parameters among university students: a longitudinal study on daily level. *BMC Public Health*, 24, Article number: 598. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-18082-z>
- Yapar, A., Özgider, C., Adiloğulları, İ., Bavlı, Ö., & Adiloğulları, G. E. (2025). Physical activity levels and psychological parameters among university students following the COVID-19 pandemic. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17, Article number: 117. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01166-7>

PILATES EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA

ALEJANDRO CARRILLO RUBIO
Universidad Rey Juan Carlos

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, el Pilates ha experimentado un notable crecimiento en su uso entre los jóvenes. Esta disciplina, desarrollada por Joseph Pilates en el siglo XX, combina trabajo físico con una gran concentración mental. A través de esto, se consigue mejorar la fuerza, la flexibilidad, la postura y el control corporal. No sólo se consiguen beneficios físicos, sino también mentales, sociales, etc. Con esto, se consigue un desarrollo integral del alumnado, tal como lo señalan los marcos educativos actuales centrados en la educación emocional y la ciudadanía global (Cacho y Vera, 2017; Barrios et al., 2023).

En un contexto universitario, y como señalan estudios como el de Quiiliano (2020), los estudiantes presentan altos niveles de estrés, sedentarismo y malas posturas corporales y cervicales generadas por largas horas de estudios y uso de dispositivos electrónicos. Por ello, el Pilates es una alternativa muy efectiva para promover hábitos saludables. Además, se desarrollan habilidades como la coordinación, la concentración y el equilibrio.

Incluir el Pilates en la formación universitaria permite mejorar la condición física del alumnado y hacerles reflexionar sobre la importancia del cuidado del cuerpo, la prevención de lesiones y diferentes ejercicios que pueden mantenerse a lo largo de toda la vida. Por ello, y como apuntan estudios como el de Varona (2021), los futuros docentes deben formarse continuamente de forma íntegra y activa. Con ello, los profesionales de la actividad física podrán fomentar la salud y desarrollar hábitos en sus propios alumnos.

Como se ha dicho, el Pilates ayuda a reducir el estrés y a generar una autorregulación emocional, elementos que contribuyen a mejorar el rendimiento académico a través de una mayor conciencia de la postura y de la respiración.

Por lo tanto, todo esto lleva a plantear el Pilates como un contenido importante que puede tener un espacio propio en el currículo de la Educación Física.

1.1. APROXIMACIÓN CONCEPTUAL AL MÉTODO PILATES

El método Pilates es una disciplina físico-mental cuyo objetivo principal, como señalan estudios como el de Gálvez (2024), es el fortalecimiento del núcleo central controlando de manera consciente todos los movimientos ejecutados mejorando la salud de las personas. Esta práctica se comenzó a usar como una herramienta de rehabilitación y acondicionamiento físico hasta evolucionar al método Pilates actual, donde se ha convertido en una práctica en diversos ámbitos como el deporte, la fisioterapia, la salud o la educación.

Pilates (2011) definió su sistema como “Controlología”, el arte de controlar la musculatura, a través de una buena respiración, concentración, precisión y conexión entre cuerpo y mente. El método Pilates es una práctica que consiste en unas secuencias de ejercicios que se pueden realizar en el suelo o utilizando una serie de instrumentos específicos para el método Pilates, desarrollando el fortalecimiento del core, alineación postural consiguiendo un movimiento eficiente.

1.2. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL MÉTODO PILATES

El método Pilates se fundamenta en una serie de principios que llevan a la práctica y garantizan el funcionamiento de los ejercicios tanto a nivel físico como mental, así lo mencionan autores como Moreno y Morena (2009). Su método Pilates está compuesto por 6 principios que son:

- Concentración: la práctica del Pilates conlleva una atención plena en cada movimiento. Estar concentrado favorece la conexión mente-cuerpo, haciendo que la ejecución de la técnica sea la correcta y evitar lesiones.

- Respiración: a través de la respiración se consigue una buena ejecución de los movimientos y con un mayor rango de movimiento. A través de la respiración se consigue relajar los músculos y tener una buena concentración. Conseguir coordinar respiración y movimientos provoca una mejora ante situaciones de estrés o de tensión.
- Control: conseguir un control muscular durante los ejercicios de Pilates hace que se reduzca el uso de movimientos descoordinados y bruscos. Con el control muscular se fortalecen los músculos del core y el resto de los músculos estabilizadores.
- Fluidez de movimientos: todos los movimientos de Pilates han de ser suaves y continuos, evitando paradas en los movimientos o realizarlos quedándose completamente rígidos. Esta fluidez de movimientos permite conseguir mayor coordinación.
- Centralización: en Pilates, se considera centro a la zona abdominal ya que es la zona donde se van a generar la mayoría de los movimientos y donde se tienen que controlar para su correcta ejecución. Tener una zona central muy fortalecida provoca beneficios como una buena postura, prevenir dolencias, etc.
- Precisión: cada ejercicio de Pilates requiere una técnica diferente por lo que es muy importante tener una buena precisión para una correcta ejecución. La ejecución conlleva a no sobrecargar la musculatura y evitar lesiones por movimientos lesivos.

1.3. ADAPTACIÓN DEL MÉTODO PILATES A DIFERENTES CONTEXTOS

Un aspecto muy importante en el método Pilates es su capacidad para adaptarse a diferentes entornos y diferentes objetivos que lograr.

El Pilates es una actividad física que puede ser practicado por personas de todos los niveles de actividad física (sedentarias, activas, deportistas de alto rendimiento, etc.). En el Pilates los ejercicios se pueden ajustar al nivel de las personas y a las necesidades de cada uno, por ejemplo, para aquellas personas mayores que realicen poco deporte. Estudios como el de De la Uz Herrera (2009) señalan que el envejecimiento es un

proceso de cambios determinados por factores fisiológicos, biológicos, psicológicos y sociales y que gracias a diferentes prácticas como el método Pilates se puede conseguir una mejora en las funciones del cuerpo.

Además, el Pilates se ha incluido en múltiples entornos de rehabilitación ya que ayuda a recuperar la fuerza de la zona central, conseguir equilibrio, control postural y concentración en el trabajo que se está ejecutando. No sólo sirve como método de recuperación o rehabilitación sino también como prevención de posibles lesiones, normalmente de la zona lumbar, cervical provocadas por malas posturas. Estudios como el de Sivrika et al. (2024) observan esta función del Pilates al usarlo como método de rehabilitación y seguimiento de evolución en las personas.

Por último, el Pilates sirve también como una práctica inclusiva. Estudios como el de Sánchez (2024) recomiendan su implementación en el currículo de E.F para que aquellos alumnos con discapacidades físicas, de movilidad reducida o ACNEES ya que, aparte de trabajar en una especie de rehabilitación, se les integra de manera igualitaria en la práctica como al resto de compañeros de clase.

1.4. BENEFICIOS DEL MÉTODO PILATES EN LA ETAPA UNIVERSITARIA

De acuerdo con estudios como el de Sailema (2024), el método Pilates ha demostrado ser una práctica muy beneficiosa para la salud de aquellas personas que lo practican. Aplicado a los universitarios, quienes están sometidos a largas horas de estudio, niveles de estrés altos y hábitos poco activos, su práctica es muy positiva.

Desde el plano físico, el Pilates favorece a la mejora postural de los estudiantes para corregir la postura tras tanto tiempo sentados. Sánchez (2021) explica que para lograr una mejora postural se debe poner mucho énfasis en que los alumnos interioricen y se impliquen en las prácticas del Pilates. Además, con esta práctica, se fortalece la musculatura del core (abdomen, lumbar y zona pélvica) y aumenta la flexibilidad consiguiendo mayor control sobre el cuerpo.

A nivel mental, el método Pilates requiere de una atención super grande para ejecutar los movimientos de manera correcta y de controlar la respiración. Esto genera unos beneficios muy importantes para las

personas y sobre todo para los universitarios como la reducción del estrés y la mejora de la concentración. Así se observa en diferentes estudios como el de Herrera et al. (2015), donde observan los efectos psicológicos que es capaz de generar el método Pilates en universitarios, particularmente en la ansiedad.

Además, el poner en práctica el método Pilates promueve una conciencia corporal, es decir, que hace que las personas sean plenamente conscientes de su cuerpo a la hora de moverlo. Rodríguez (2015) observa en su estudio como el Pilates mejora la calidad de vida y desarrolla la conciencia corporal. Esto hace que la gente sea más consciente de su cuerpo siendo más fácil de adoptar hábitos posturales saludables.

Los últimos de los beneficios de los que se puede hablar son a nivel de regulación tanto de la autoestima como de la imagen corporal que tiene cada uno sobre sí mismo. El estudio de de Melo et al. (2024) demuestra como la práctica del Pilates hace que mejore la autoestima de las personas, concretamente de mujeres mayores que están solas. Esto se consigue ya que el objetivo del método Pilates es fortalecimiento del cuerpo y no algo estético.

1.5. PAPEL DEL DOCENTE EN LA ENSEÑANZA DEL MÉTODO PILATES

Incluir el método Pilates en los contextos educativos conlleva un gran papel del docente que ejecute la práctica. Bandura (1977) señala que los individuos aprenden a través de la observación y la imitación de modelos sociales. Por ello, el docente, no debe limitarse a una simple explicación de los ejercicios, sino que debe ser un papel activo en la clase guiando a los estudiantes, ayudándoles donde no lleguen y acompañándolos en el proceso.

Por ello, el docente debe de tener una formación específica y actualizada acerca del método Pilates, conociendo sus principios, técnicas y beneficios. Así lo señalan varios estudios como el de Pinzón (2020), donde hablan sobre la importancia de que un docente tenga una formación continua garantizando así, una calidad en sus enseñanzas.

Otro rasgo importante del docente debe ser la capacidad de observación y análisis del movimiento que realicen los estudiantes. Corcelles et al.

(2023) señala la importancia de la observación para conseguir mejorar la práctica. De esta manera, se es capaz de corregir la ejecución de los ejercicios de los estudiantes previniendo posibles lesiones por mala ejecución.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal que se persigue con esta investigación es examinar las opiniones de los estudiantes del Grado de Educación Primaria con mención en Educación Física de la Universidad Rey Juan Carlos sobre el Pilates observando cómo lo perciben y el valor que le dan.

Como objetivo específico de esta investigación se encuentra el explorar las diferencias de percepción respecto al método Pilates en función del género.

3. METODOLOGÍA

Un total de 75 (61% sexo masculino y 39% sexo femenino) estudiantes universitarios de la titulación de Educación Primaria con Mención en Educación Física de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid participaron en este estudio.

Para valorar las opiniones que tenían respecto al Pilates se diseñó un cuestionario ad hoc en Microsoft Forms en el que se les preguntaba la opinión que tenían respecto a varias afirmaciones hacia el Pilates. La encuesta estaba compuesta por cinco preguntas cerradas, donde tenían cuatro posibles respuestas: “Totalmente de acuerdo”, “De acuerdo”, “En desacuerdo” y “Totalmente en desacuerdo”. Las preguntas se centraron en evaluar el gusto por el Pilates, la percepción de aburrimiento, los beneficios del Pilates, la dinámica de una clase de Pilates y la importancia de incluir el Pilates en las clases de Educación Física.

Al abordar estos temas, el cuestionario buscaba captar una visión integral de cómo los estudiantes perciben el método Pilates en diferentes contextos y su relevancia en el ámbito educativo.

Los cuestionarios se rellenaron vía online a través de Microsoft Forms, y, tras realizar el cuestionario, los estudiantes asistieron a una clase práctica de Pilates impartida por el docente, donde tuvieron la oportunidad de experimentar diferentes ejercicios permitiendo obtener una comprensión más detallada y práctica del Pilates.

Los ejercicios propuestos eran ejercicios básicos del método Pilates, entre ellos: incluyen: The Hundred, Roll-Up, Single Leg Circles, Rolling Like a Ball, Single Leg Stretch, Double Leg Stretch, Spine Stretch Forward, y Saw. Estos ejercicios están diseñados para mejorar la flexibilidad, la fuerza del core, la coordinación y la postura. La clase práctica y vivencial proporcionó una oportunidad para que los estudiantes experimentaran el método Pilates de primera mano, lo que podría influir en sus percepciones y respuestas futuras.

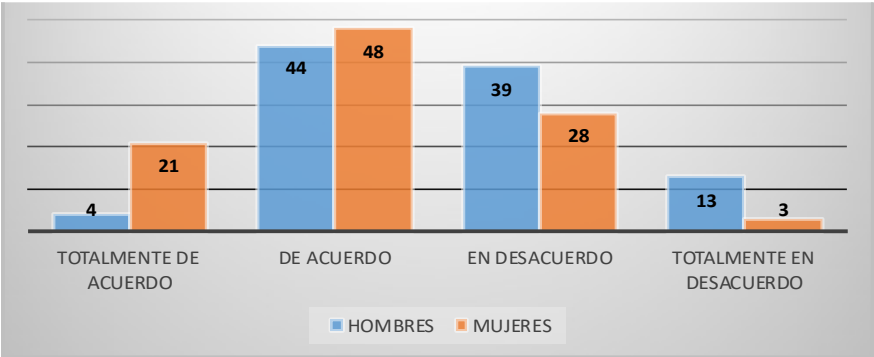
Los datos fueron analizados directamente de la hoja Excel generada con las respuestas al formulario. Se compararon los resultados de frecuencias de respuestas para cada una de las preguntas formuladas explicadas con anterioridad haciendo una comparación de frecuencias según el género.

4. RESULTADOS

En la imagen 1 se muestran los porcentajes de respuesta a la afirmación “Me gusta hacer Pilates”. La respuesta mayoritaria para ambos géneros fue “De acuerdo”, donde el 44% de los hombres junto al 48% de las mujeres lo votó. Las respuestas más bajas para ambos géneros se encuentran en los extremos, en el caso de los hombres, el 4% votó estar “Totalmente de acuerdo” con la afirmación frente a un 21% de las mujeres mientras que, el 3% de las mujeres votó estar “Totalmente en desacuerdo” frente al 13% de los hombres.

En la imagen 2 se muestran los porcentajes de respuesta a la afirmación “Pilates me parece aburrido”. La respuesta mayoritaria en ambos géneros fue “En desacuerdo”, donde el 44% de los hombres lo votó junto al 27% de las mujeres. Es una pregunta muy igualada entre las opciones “De acuerdo” y “En desacuerdo” ya que los porcentajes de “De acuerdo” (39% hombres y 21% mujeres) no están muy lejos de “En desacuerdo”.

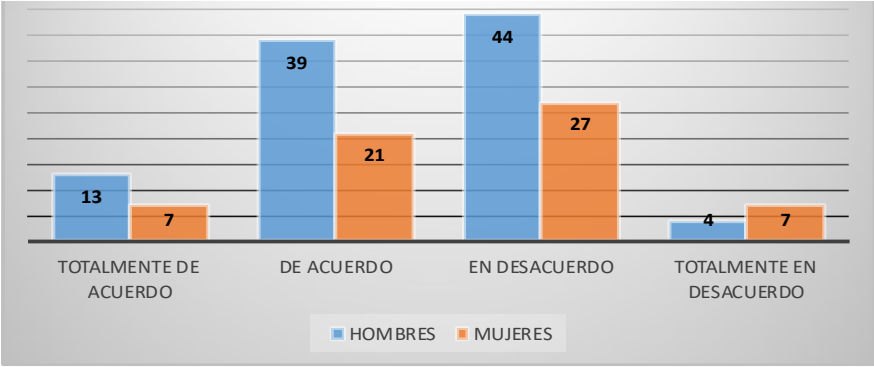
GRÁFICO 1. Resultados a la pregunta: “me gusta hacer Pilates”.



Nota: Diferencias entre hombres (azul) y mujeres (naranja). Totalmente de acuerdo; de acuerdo; en desacuerdo; totalmente en desacuerdo. Elaboración propia.

Sólo el 4% de los hombres está “Totalmente en desacuerdo” con esta afirmación mientras que, el 7% de las mujeres lo está. Por otro lado, el 13% de los hombres está “Totalmente de acuerdo” ante un 7% de las mujeres.

GRÁFICO 2. Resultados a la pregunta: “Pilates me parece aburrido”

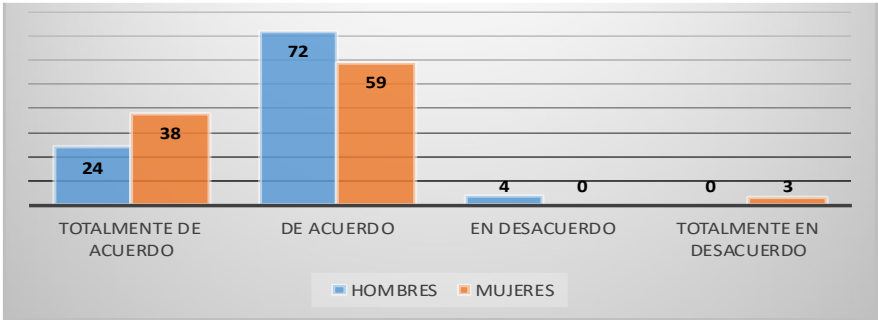


Nota: Diferencias entre hombres (azul) y mujeres (naranja). Totalmente de acuerdo; de acuerdo; en desacuerdo; totalmente en desacuerdo. Elaboración propia.

La imagen 3 muestra los porcentajes de respuesta a la afirmación “Pilates tiene muchos beneficios para las personas”. La respuesta mayoritaria para ambos géneros fue “De acuerdo”, donde el 72% de los hombres lo votó junto al 59% de las mujeres. Los porcentajes en las opciones “En desacuerdo” y “Totalmente en desacuerdo” son prácticamente

inexistentes ya que sólo el 4% de los hombres votó “En desacuerdo” y el 3% de las mujeres votó “Totalmente en desacuerdo”.

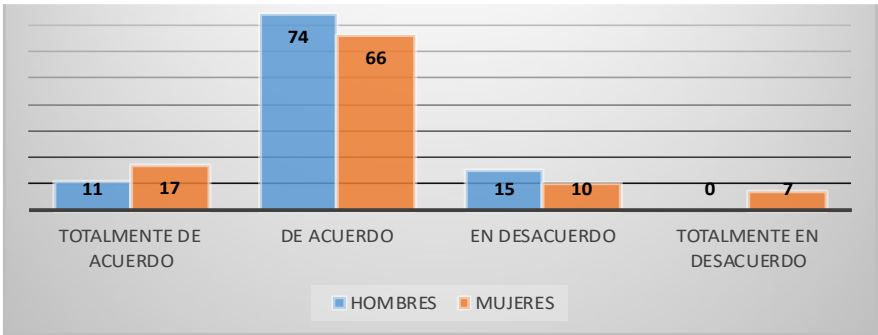
GRÁFICO 3. Resultados a la pregunta: “Pilates tiene muchos beneficios para las personas”.



Nota: Diferencias entre hombres (azul) y mujeres (naranja). Totalmente de acuerdo; de acuerdo; en desacuerdo; totalmente en desacuerdo. Elaboración propia.

La imagen 4 muestra los porcentajes de respuesta a la afirmación “Una clase de Pilates es hacer caso al monitor y seguir sus indicaciones”. La respuesta mayoritaria para ambos géneros fue “De acuerdo”, donde el 74% de los hombres lo votó junto al 66% de las mujeres. Las otras tres opciones acumulan unos porcentajes muy bajos destacando “Totalmente en desacuerdo” que sólo ha sido votado por el 7% de las mujeres.

GRÁFICO 4. Resultados a la pregunta: “Una clase de Pilates es hacer caso al monitor y seguir sus indicaciones”.

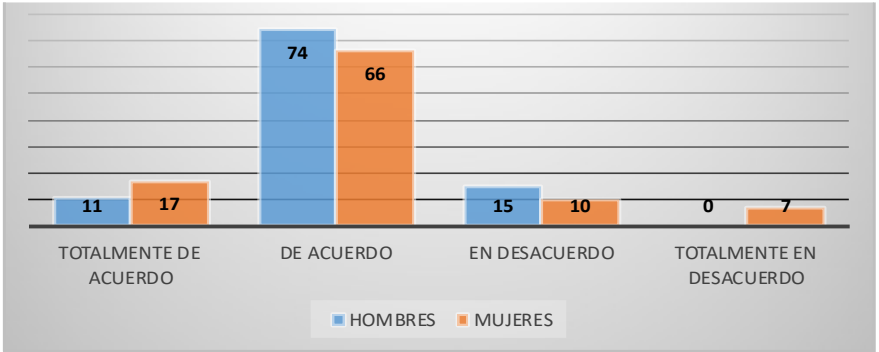


Nota: Diferencias entre hombres (azul) y mujeres (naranja). Totalmente de acuerdo; de acuerdo; en desacuerdo; totalmente en desacuerdo. Elaboración propia.

“Totalmente de acuerdo” acumula el 11% de los hombres y el 17% de las mujeres mientras que, “En desacuerdo” acumula un 15% de los hombres y un 10% de las mujeres.

La figura 5 muestra los porcentajes de respuesta a la afirmación “Considero importante incluir Pilates en las clases de Educación Física”. Curiosamente, los datos son idénticos a los de la figura 4 por lo que, la respuesta mayoritaria para ambos géneros fue “De acuerdo”, donde el 74% de los hombres lo votó junto al 66% de las mujeres. Las otras tres opciones acumulan unos porcentajes muy bajos destacando “Totalmente en desacuerdo” que sólo ha sido votado por el 7% de las mujeres.

GRÁFICO 5. Resultados a la pregunta: “Considero importante incluir el Pilates en las clases de Educación Física”.



Nota: Diferencias entre hombres (azul) y mujeres (naranja). Totalmente de acuerdo; de acuerdo; en desacuerdo; totalmente en desacuerdo. Elaboración propia.

5. DISCUSIÓN

Los resultados de la encuesta muestran una percepción bastante positiva hacia el Pilates por parte del alumnado universitario en ambos géneros. Más del 40% de hombres y mujeres afirma gustarle la práctica del Pilates lo que indica una predisposición favorable hacia estas nuevas prácticas activas. Además, se observa una buena aceptación por parte del público masculino lo que hace pensar que hay un cambio en la tendencia del Pilates hacia una mayor aceptación transversal.

Esta buena aceptación por el Pilates en este público joven y estudiantil puede deberse a los problemas corporales que pueden comenzar a tener en estas edades provocados por la postura a la hora de estudiar, a las horas sentadas que pasan, etc. Un estudio realizado por Andreo et al. (2011) señaló la aceptación por parte del alumnado del Pilates gracias a los beneficios saludables que aportaba, sobre todo a nivel de correcciones posturales.

Los datos del estudio concluyen que los estudiantes tienen muy claro que el Pilates es una actividad física que aporta numerosos beneficios para la salud, un 96% de los hombres y un 97% de las mujeres han votado por encima de “De acuerdo”. No son pocos los estudios que hablan sobre estos beneficios. Estudios como el de Pastor et al. (2009) hablan de beneficios en diferentes estados o aspectos como en la salud, el físico y en aspectos comportamentales.

Otros estudios como el de Vilella et al. (2017) observan que a través del Pilates se obtienen mejoras en la salud mental de aquellas personas que lo realizan, mejorando sus niveles de humor, reduciendo el estrés y la depresión, mejorando la calidad del sueño.

De los beneficios que más captan los alumnos son aquellos relacionados con la parte físico-corporal, donde ven mejoras en la postura, fuerza abdominal y control corporal. Este hallazgo también es observado en otros estudios como el de Holanda y Livramento (2023) donde se realiza un estudio observando que beneficios físicos observaban personas mayores a través del Pilates.

A través de estos resultados también se ha podido observar el atractivo del Pilates hacia los estudiantes, aunque la mayoría de los hombres y mujeres estuvieron “En desacuerdo” con la idea de que el Pilates es aburrido, un 39% de los hombres y un 21% de las mujeres sí estaba de acuerdo con la afirmación. Esto hace pensar en la necesidad de replantear la forma en la que se puede implementar el Pilates en las clases de Educación Física para hacerlo más dinámico, participativo y adaptado a los intereses de los estudiantes. Esta idea de metodologías activas más atractivas para los estudiantes se recoge en diferentes estudios como el

de Lara y Gómez (2020), donde busca mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje gracias a estas formas de enseñanza más activas.

Los resultados obtenidos en la pregunta “Una clase de Pilates es hacer caso al monitor y seguir sus indicaciones” demuestran que los estudiantes ven este tipo de prácticas como unas clases guiadas y estructuradas, donde el docente es la figura principal. Esto es muy importante ya que la encuesta se hizo a futuros docentes de Educación Física, lo que les servirá para saber cómo estructurar sus clases y saber dirigir las.

Ante la última pregunta, el nivel de aceptación del Pilates al currículo de Educación Física es indudable por parte de los encuestados y futuros docentes de Educación Física. Son plenamente conscientes de las grandes aportaciones que pueden dar a sus futuros alumnos y de conseguir que se vuelvan personas físicamente activas.

Algunos estudios observan la importancia de implementar el Pilates en las clases de Educación Física como Gálvez et al. (2013) donde habla de la importancia del docente y del Pilates para conseguir que el alumnado sea un individuo activo. Otros estudios lo plantean desde la perspectiva inclusiva como Sánchez (2024), donde habla de que los beneficios que otorga el Pilates contribuyen a la inclusión de estudiantes con diferentes problemas en las clases de Educación Física.

6. CONCLUSIONES

La asignatura de Educación Física, en el ámbito universitario y para futuros docentes, es un espacio perfecto para introducir prácticas activas que ayuden a los estudiantes a mejorar todas las capacidades posibles. El Pilates se presenta como una solución válida y óptima que además rompe contra los contenidos más tradicionales y es mucho más atractivo para los estudiantes actuales.

Los resultados de esta investigación muestran que los estudiantes del Grado en Educación Primaria con mención en Educación Física de la Universidad Rey Juan Carlos valoran de forma muy positiva la inclusión de esta actividad física en el ámbito educativo. Esta aceptación general del método Pilates por la gran mayoría surge por el

reconocimiento de los beneficios que aporta y lo que puede ayudar a los estudiantes, como la mejora de la postura, fortalecimiento del core, prevención de lesiones, etc.

Dentro de esta aceptación general del método Pilates existen algunas diferencias según el género ante algunas de las afirmaciones propuestas. En general, lo que más se busca para conseguir una aceptación total del método Pilates por los estudiantes es conseguir que sea algo atractivo y llamativo para el público al que va dirigido consiguiendo que algunas personas no lo perciban como una actividad aburrida.

Por tanto, se puede afirmar que el Pilates es una práctica física para tener en cuenta en el futuro por los docentes que servirá para aportar numerosos beneficios físicos, sociales, mentales y corpóreos a los estudiantes a través de un enfoque más activo que les haga disfrutar más de la experiencia del método Pilates.

7. REFERENCIAS

- Andreo, L. H., López, M. G., Poyatos, M. C., & Extremera, A. B. (2011). El Pilates como alternativa saludable a los contenidos tradicionales de las clases de Educación Física en Primaria. *Espiral. Cuadernos del profesorado*, 4(8), 8.
- El pilates como alternativa saludable a los contenidos tradicionales de las clases de educación física en primaria - Dialnet
- Bandura, A. (1977). Social learning theory. Prentice Hall.
- Barrios, N., Ortiz, J. P. y Pongutá, J. (2023). La danza como apuesta para el desarrollo de habilidades sociales en la educación superior. Hacedor - AIAP/EC, 7(2), 237-247. <https://doi.org/10.26495/rch.v7i2.2534>
- Corcelles-Seuba, M., Duran-Gisbert, D., Flores-Coll, M., Miquel-Bertran, E., & Ribosa-Martínez, J. (2023). Percepciones docentes sobre observación entre iguales: resistencias, agencia, procedimiento y objetivos de mejora. *Estudios sobre Educación*, 44, 35-58. <https://doi.org/10.15581/004.44.002>
- de Holanda, G. N., & Livramento, R. A. (2023). OS BENEFÍCIOS FÍSICOS DO PILATES PARA A POPULAÇÃO IDOSA: REVISÃO DE LITERATURA. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, 5(5), 3055-3069. <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v5n5p3055-3069>
- De la Uz Herrera, M. E. (2009). El envejecimiento. Reflexiones acerca de la atención al anciano. *Rev del Centro de Bioética Juan Pablo II*, 4, 4-10.

- de Melo, C. C., Noce, F., de Carvalho, L. M., & Boletini, T. L. (2024). A influência do método pilates solo na autoestima de mulheres idosas. *Caderno Pedagógico*, 21(1), 1856-1874. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n1-096>
- Domínguez Cacho, C. L., & Castillo Vera, E. (2017). Relación entre la danza libre-creativa y autoestima en la etapa de educación primaria. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 17(1), 73-80. Recuperado el 04 de junio de 2025, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-84232017000100009&lng=es&tlng=es.
- Gálvez, N. G. (2024). *Pilates en la escuela*. Wanceulen SL.
- Gálvez, N. G., Poyatos, M. C., & Pardo, P. J. M. (2013). El Método Pilates: una propuesta didáctica para 3º de educación secundaria obligatoria. *EmásF: revista digital de educación física*, (24), 8-20. El método pilates: una propuesta didáctica para 3º de educación secundaria obligatoria - Dialnet
- Herrera-Gutiérrez, E., Olmos-Soria, M., & Brocal-Pérez, D. (2015). Efectos psicológicos de la práctica del Método Pilates en una muestra universitaria. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 31(3), 916-920. <https://doi.org/10.6018/analesps.31.3.170101>
- Lara, D. C. P., & Gómez, V. J. G. (2020). Metodologías activas para la enseñanza y aprendizaje de los estudios sociales. *Sociedad & Tecnología*, 3(2), 2-10. <https://doi.org/10.51247/st.v3i2.62>
- Moreno, R. C., & Morera, F. C. (2009). *MANUAL COMPLETO DE PILATES SUELO (Color)* (Vol. 2). Editorial Paidotribo.
- Pastor, T. G., & Laín, S. A. (2009). Efecto de la práctica del método Pilates: Beneficios en estado de salud, aspectos físicos y comportamentales. *Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo*. García.pdf
- Pilates, J. (2011). *A Obra Completa de Joseph Pilates: Sua Saúde e Retorno a Vida Através da Contrologia*. Phorte Editora LTDA.
- Pinzón, M. D. C. C. (2020). Formación continua del docente como factor de la calidad educativa universitaria. *Revista Científica Internacional*, 3(1), 73-79. <https://doi.org/10.46734/revcientifica.v3i1.21>
- Quiliano Navarro, M., & Quiliano Navarro, M. (2020). Inteligencia emocional y estrés académico en estudiantes de enfermería. *Ciencia y enfermería*, 26. <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-95532020000100203>
- Rodríguez Manzarbeitia, M. (2015). Evaluación de los efectos del método pilates en la prevención de la ansiedad y su relación con la conciencia corporal. <http://hdl.handle.net/11531/1116>

- Sailema Moyolema, J. A. (2024). Método Pilates en el fortalecimiento del CORE en estudiantes universitarios. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/41445>
- Sánchez Rosales, C. (2021). *Método Pilates para la mejora postural* (Master's thesis).
- Sánchez, I. C. (2024). Ejercicios Pilates e inclusión en la clase de Educación Física con estudiantes universitarios. *GADE: Revista Científica*, 4(3), 1-22. Ejercicios Pilates e inclusión en la clase de Educación Física con estudiantes universitarios - Dialnet
- Sivrika, A. P., Kypraios, G., Lamnisis, D., Georgoudis, G., & Stasinopoulos, D. (2024). Dosis de Pilates en la rehabilitación de pacientes con afecciones musculoesqueléticas: una revisión exploratoria. *Salud Deportiva*, 19417381241278263. <https://doi.org/10.1177/19417381241278263>
- Varona Domínguez, Freddy. (2021). La formación universitaria integradora y activa: características básicas. *Revista Cubana de Educación Superior*, 40(2),. Epub 01 de abril de 2021. Recuperado en 06 de junio de 2025, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025743142021000200003&lng=es&tlng=es
- Vilella, S. B., Zarceño, E. L., & Rosa, M. Á. S. (2017). Evidencias de la práctica Pilates sobre la salud mental de personas sanas. *Universidad y Salud*, 19(2), 301-308. <https://doi.org/10.22267/rus.171902.92>

SECCIÓN VIII.

ACTIVIDAD FÍSICA, DEPORTE Y COMPETICIÓN

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EVALUAR EL IMPACTO DEL BALÓN EN EL CEREBRO DURANTE EL CABECEO EN EL FÚTBOL

CARLOS DIAZ NOVO

*Universidad Tecnológica del Uruguay,
carrera de Ingeniería Biomédica*

WALTER MAR HALLER

*Universidad Tecnológica del Uruguay,
carrera de Ingeniería Biomédica*

1. INTRODUCCIÓN

El fútbol es uno de los deportes más practicados a nivel mundial, con más de 265 millones de jugadores (Robles-Palazón et al., 2022). Su dinamismo y la interacción constante con el balón lo distinguen de otras disciplinas de contacto. A diferencia del rugby o el fútbol americano, en el fútbol los impactos craneales no son incidentales, sino parte de la técnica mediante el cabeceo (Daneshvar et al., 2011), lo que ha motivado un creciente interés científico en sus efectos neurológicos (Bassin et al., 2022).

1.1. IMPACTO BIOMECÁNICO DEL CABECEO EN EL FÚTBOL

El cabeceo representa un reto biomecánico singular. Durante su ejecución, la cabeza puede experimentar aceleraciones lineales de 10 a 100 g y rotacionales de 52 a 7694 rad/s² (Young et al., 2012). Aunque estos valores son generalmente inferiores a los observados en conmociones clínicas de otros deportes, la exposición acumulativa —miles de impactos durante una carrera profesional— plantea preocupaciones sobre su efecto neurológico (Stewart et al., 2017).

El gesto del cabeceo implica la interacción entre masa, presión y velocidad del balón, así como las características anatómicas del jugador.

Katz (2002) demostró que una mayor masa corporal efectiva —resultado de una adecuada técnica y fuerza— mejora la seguridad del cabeceo, lo que sugiere una mayor vulnerabilidad en jugadores jóvenes, aun con balones de tamaño infantil.

La musculatura cervical cumple un rol crítico. Dezman et al. (2013) reportaron que desequilibrios en la fuerza del cuello aumentan las aceleraciones cefálicas, subrayando la importancia de su entrenamiento específico como estrategia preventiva. Esta relación biomecánica entre estabilidad cervical y dinámica craneal es clave para entender posibles mecanismos lesivos.

1.2 EFECTOS NEUROLÓGICOS DEL CABECEO REPETITIVO

Recientes investigaciones han revelado que impactos de baja intensidad, aunque repetitivos, pueden provocar alteraciones cerebrales. Lipton et al. (2013) evidenciaron cambios microestructurales en la sustancia blanca cerebral en futbolistas aficionados con más de 885 a 1550 cabeceos anuales, los cuales se correlacionaron con déficits de memoria cuando se superaban los 1800.

Estudios agudos también han documentado efectos funcionales inmediatos. McGlinchey et al. (2023) observaron alteraciones en la comunicación cerebro-músculo y en el rendimiento cognitivo tras un único protocolo de cabeceo, evidenciando que exposiciones breves pueden inducir cambios neurofisiológicos detectables, aunque su impacto clínico a largo plazo aún se investiga.

1.3 MODELIZACIÓN COMPUTACIONAL DEL IMPACTO

Las técnicas de modelización computacional han permitido comprender mejor cómo se transmiten las fuerzas externas al cerebro. Perkins et al. (2022) aplicaron elementos finitos para analizar la distribución de tensiones intracraneales durante el cabeceo, identificando regiones cerebrales específicas sujetas a deformaciones relevantes.

Bartsch et al. (2022) propusieron que fenómenos como la cavitación sural podrían estar implicados en la génesis de enfermedades neurodegenerativas como la encefalopatía traumática crónica, lo cual refuerza la hipótesis de un vínculo entre exposición repetitiva y daño cerebral a largo plazo.

1.4 JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA DEL ESTUDIO

A pesar del progreso en la comprensión del fenómeno, aún existen vacíos sobre cómo la técnica de cabeceo influye en la transmisión de fuerzas al parénquima cerebral. Identificar indicadores biomecánicos asociados a un mayor riesgo de lesión podría sustentar intervenciones preventivas basadas en evidencia.

Factores como la técnica, la preparación física y la alineación cabeza-cuello-torso son modificables y podrían alterar el perfil de riesgo. Caccese et al. (2018) mostraron que la alineación segmentaria influye en la aceleración cefálica, destacando la importancia de estas variables en la prevención de lesiones.

El presente estudio propone una metodología integral para caracterizar la biomecánica del cabeceo y su efecto sobre el encéfalo, con miras al desarrollo de estrategias de protección y entrenamiento más seguras.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar y validar una metodología experimental para caracterizar los efectos biomecánicos del cabeceo en el fútbol, incluyendo la transmisión de fuerzas al encéfalo mediante análisis cinemáticos, cinéticos, electromiográficos, inerciales y simulaciones por elementos finitos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las aceleraciones lineales y angulares de la cabeza durante variantes técnicas del cabeceo.
- Analizar los patrones de activación muscular cervical mediante electromiografía de superficie.
- Determinar la relación entre la técnica, las fuerzas de reacción del suelo y el perfil cinético del movimiento.
- Integrar los datos experimentales en un modelo computacional para simular la distribución de tensiones en el tejido cerebral.
- Identificar variables biomecánicas críticas asociadas al riesgo de lesión cerebral subconcusiva.

3. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó un estudio experimental en laboratorio. El protocolo fue aprobado por el Comité de Investigación de Ingeniería Biomédica de la Universidad Tecnológica de Uruguay. Todos los participantes firmaron consentimiento informado previo a su inclusión.

3.2. PARTICIPANTES

Se reclutaron tres futbolistas varones (edad: 24.3 ± 3.7 años; altura: 178.5 ± 6.2 cm; peso: 74.6 ± 7.8 kg), con al menos cinco años de experiencia competitiva y sin antecedentes recientes de conmoción o lesión cervical, siguiendo criterios empleados en estudios previos (Harriss et al., 2022; Smith et al., 2022).

3.3. TÉCNICAS DE CABECEO EVALUADAS

Se evaluaron cuatro variantes del cabeceo (Daneshvar et al., 2011):

- Cabeceo estático sin salto (CESS)
- Cabeceo estático con salto (CECS)
- Cabeceo con carrera sin salto (CCSS)
- Cabeceo con carrera y salto (CCCS)

Cada jugador realizó cinco repeticiones válidas por técnica, con 60 segundos de recuperación entre cada una. Previo al protocolo, realizaron un calentamiento estandarizado de 15 minutos.

3.4. SISTEMA DE REGISTRO Y VARIABLES BIOMECÁNICAS

3.4.1 Análisis cinemático

Se utilizó un sistema optoelectrónico SMART DX® (BTS Bioengineering, Italia) con ocho cámaras a 250 Hz. Se emplearon 22 marcadores anatómicamente distribuidos siguiendo recomendaciones de la Sociedad Internacional de Biomecánica.

Variables analizadas:

- Aceleración lineal cefálica (g)
- Ángulos cabeza-cuello-torso ($^{\circ}$)
- Desplazamiento cervical (mm)
- Velocidad de impacto (m/s)

3.4.2 Análisis cinético

Se usaron cuatro plataformas de fuerza BTS P-6000® a 500 Hz, sincronizadas con el sistema de captura, permitiendo medir impulso y fuerzas durante las fases clave del gesto técnico, según lo propuesto por Fujita et al. (2009).

3.4.3 Electromiografía de superficie

La actividad muscular fue registrada con el sistema inalámbrico FREEEMG 1000® a 1000 Hz. Se aplicaron sensores en:

- Esternocleidomastoideo bilateral
- Trapecio superior bilateral
- Erectores espinales cervicales bilateral
- Semiespinoso de la cabeza bilateral

La colocación siguió recomendaciones SENIAM y metodologías de Dezman et al. (2013).

3.4.4 Monitorización inercial

Se empleó un sensor G-WALK® en la cabeza para obtener aceleraciones lineales y angulares a 1000 Hz, validando las mediciones del sistema de captura (Young et al., 2012).

3.5 MODELIZACIÓN POR ELEMENTOS FINITOS

Se desarrolló un modelo personalizado de cabeza y encéfalo, incorporando propiedades viscoelásticas de tejidos y geometrías anatómicas. El modelo simuló la propagación de ondas de presión y la distribución de tensiones intracraneales, con foco en regiones vulnerables como los surcos corticales (Perkins et al., 2022; Bartsch et al., 2022).

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

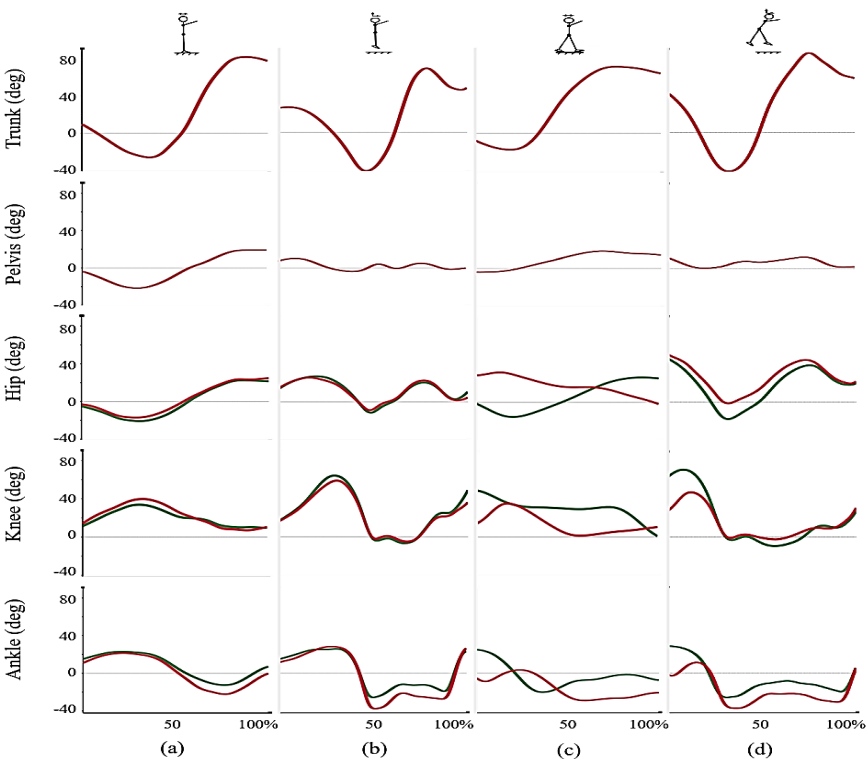
Los datos se procesaron con SMART Analyzer y se analizaron estadísticamente en SPSS v26.0 (IBM, EE.UU.).

4. RESULTADOS

4.1 CINEMÁTICA ARTICULAR DE LAS TÉCNICAS DE CABECEO

Los registros cinemáticos articulares en el plano sagital del tronco, pelvis, cadera, rodilla y tobillo durante el ciclo completo (0–100%) de ejecución de cuatro variantes técnicas del cabeceo revelan patrones biomecánicos distintivos. Se analizaron: (a) CESS, (b) CECS con ambos pies, (c) CCSS y (d) CCCS, comparando la pierna izquierda (rojo) y derecha (verde), (se presenta en la Figura 1).

FIGURA. 1. Cinemática articular de los miembros inferiores durante diferentes técnicas de cabeceo futbolístico.



Los gráficos muestran los ángulos articulares (en grados) para tronco, pelvis, cadera, rodilla y tobillo (de arriba hacia abajo) para las piernas izquierda (rojo) y derecha (verde) a lo largo del ciclo completo del movimiento (0-100%). Las técnicas de cabeceo representadas son: (a) en el lugar sin salto, (b) en el lugar con salto, (c) en carrera sin salto, y (d) en carrera con salto. Los diagramas superiores ilustran la posición del deportista durante la ejecución de cada técnica. Las líneas verticales discontinuas indican los puntos de transición entre fases del movimiento. Los valores positivos y negativos corresponden a los sentidos de flexión-extensión respectivamente para cada articulación.

4.1.1. Cinemática del cabeceo en el lugar sin saltar

Se observó un patrón de flexo-extensión simétrico del tronco con escasa variabilidad entre miembros, reflejando un control postural equilibrado y una estrategia de impulsión mínima.

La movilidad pélvica permaneció estable, indicando un uso predominantemente cervical y troncal para la generación del cabezazo.

4.1.2. Cinemática del cabeceo en el lugar con salto

Se evidenciaron diferencias discretas entre miembros inferiores en cadera y tobillo, aunque la cinemática de rodilla permaneció relativamente simétrica. Este patrón sugiere una participación conjunta y coordinada de ambas piernas durante el impulso y aterrizaje, consistente con la búsqueda de estabilidad y potencia en acciones bilaterales.

4.1.3. Cinemática del cabeceo con carrera sin salto

Se observó una clara asimetría entre la pierna de apoyo (verde) y la pierna libre (rojo), particularmente en cadera y rodilla. El miembro de apoyo exhibió un patrón de extensión sostenida de rodilla y mayor flexión plantar al momento del despegue, mientras que el miembro libre contribuyó con una oscilación de cadera más pronunciada. Estos hallazgos reflejan una estrategia de carrera previa que potencia el cabezazo mediante mayor transferencia de energía cinética desde el tren inferior hacia el tronco y la cabeza.

4.1.4. Cinemática del cabeceo con carrera y salto

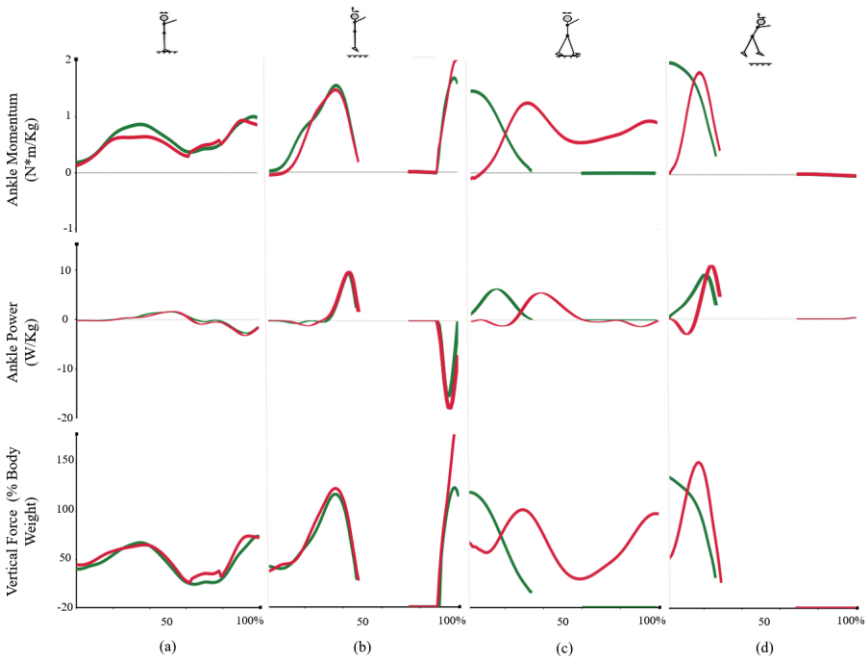
En esta variante se identificaron las mayores asimetrías, especialmente en rodilla y tobillo. El miembro de apoyo (verde) presentó mayor

extensión durante la fase de impulso y flexión más controlada al aterrizar, mientras que la pierna contralateral (rojo) realizó un gesto compensatorio más pasivo. La cinemática del tronco mostró mayor amplitud angular, sugiriendo una participación activa del segmento anatómico para compensar la ausencia del apoyo-base, generando un cabezazo más dinámico, pero potencialmente más inestable.

4.2 ANÁLISIS CINÉTICO DEL TOBILLO DURANTE EL CABECEO

La Figura 2 presenta los registros cinéticos de las extremidades inferiores durante el ciclo completo incluyeron tres parámetros: momento articular del tobillo (Nm/kg), potencia articular del tobillo (W/kg) y fuerza vertical de reacción (expresada en porcentajes del peso corporal), analizando la pierna izquierda (rojo) y derecha (verde) a lo largo del 100% de cada ciclo de movimiento.

FIGURA. 2. Parámetros cinéticos de las extremidades inferiores durante diferentes técnicas de cabeceo futbolístico.



Los registros presentan (de arriba hacia abajo): momento articular del tobillo (Nm/kg), potencia articular del tobillo (W/kg) y fuerza vertical de reacción (expresada como porcentaje del peso corporal) para las piernas izquierda (rojo) y derecha (verde) a lo largo del ciclo completo del movimiento (0-100%). Las técnicas de cabeceo representadas son: (a) en el lugar sin salto, (b) en el lugar con salto, (c) en carrera sin salto, y (d) en carrera con salto. Los diagramas superiores ilustran la posición del deportista durante la ejecución de cada técnica. Las líneas verticales indican las transiciones entre las fases del movimiento de cabeceo.

4.2.1. Cinética del cabeceo en el lugar sin saltar

Los valores de momento y potencia en ambos tobillos fueron bajos con curva progresiva y escasa diferenciación entre lados. La fuerza vertical de reacción se mantuvo estable con un pico moderado cercano al 50% del ciclo, reflejando una estrategia de control postural con baja demanda mecánica. Esta condición implicó un esfuerzo mínimo del complejo tobillo-pie y evidenció una activación muscular principalmente isométrica para mantener el equilibrio durante el gesto del cabeceo.

4.2.2. Cinética del cabeceo en el lugar con salto

Se observó un incremento notable en momento y potencia del tobillo, con picos coincidentes en ambas piernas, indicando generación simétrica de impulso. La fuerza vertical alcanzó un valor máximo previo al despegue, superando el 200% del peso corporal, sugiriendo un impulso potente coordinado bilateralmente. Estos resultados evidencian un patrón de impulso vertical eficiente, en línea con estudios previos sobre acciones explosivas en fútbol (Lees et al., 2010).

4.2.3. Cinética del cabeceo con carrera sin salto

Los perfiles mostraron fuerte asimetría. La pierna de apoyo (verde) generó mayor momento plantar y potencia positiva significativamente más elevada que la pierna libre (rojo), indicando su rol dominante en el impulso. La curva de fuerza vertical reflejó una carga marcada sobre el miembro de apoyo, con un pico alto en torno al 80% del ciclo. Esta estrategia de

unipodalidad es típica de acciones que requieren aceleración previa y transferencia de energía cinética desde la carrera al salto (Winter, 2009).

4.2.4. Cinética del cabeceo con carrera y salto

Esta variante exhibió la mayor carga unipodal. El momento y potencia del tobillo del miembro de apoyo (verde) alcanzaron valores máximos cercanos al final del ciclo, coincidiendo con un pico agudo de fuerza vertical que superó ampliamente el 200% del peso corporal.

La pierna libre (rojo) presentó contribución casi nula, actuando pasivamente. Este patrón biomecánico refleja una estrategia de máxima exigencia mecánica en la extremidad dominante, implicando mayores demandas neuromusculares y mayor riesgo de sobrecarga (Pires et al., 2020).

Los resultados indican que las demandas cinéticas del tobillo varían sustancialmente según la técnica de cabeceo utilizada. Las condiciones dinámicas unipodales imponen mayores momentos, potencias y fuerzas verticales sobre la pierna de apoyo, sugiriendo un uso diferencial del complejo pie-tobillo según la estrategia técnica y el contexto motor.

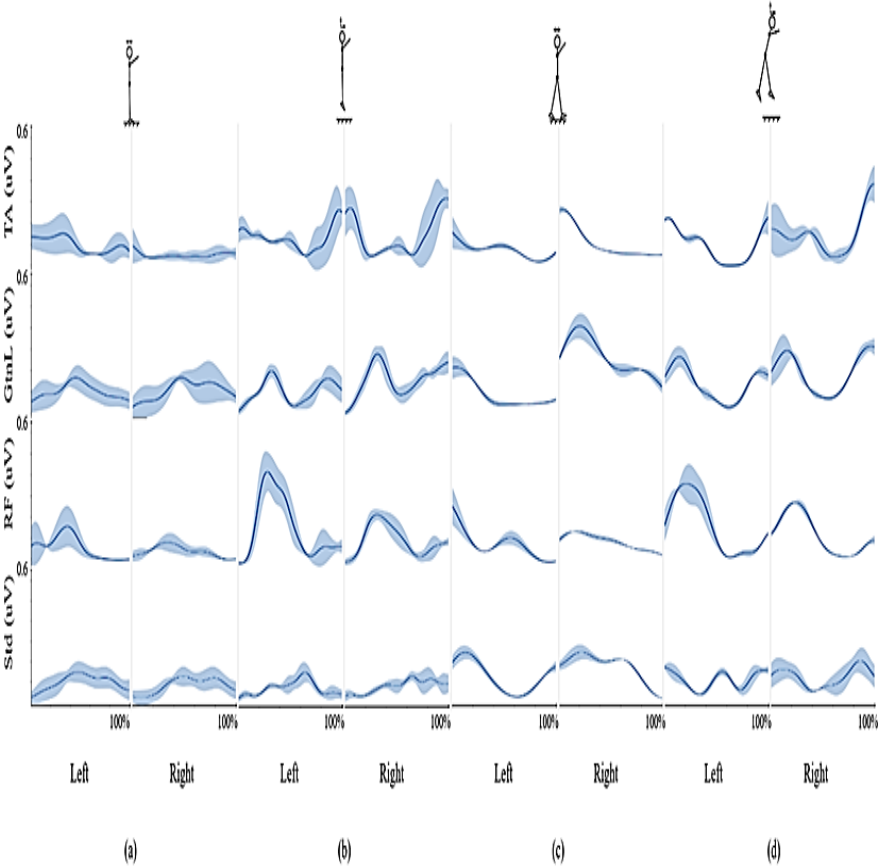
4.3 ANÁLISIS DE ACTIVACIÓN ELECTROMIOGRÁFICA EN EL APARATO LOCOMOTOR DURANTE EL CABECEO FUTBOLÍSTICO.

La Figura 3 ilustra la actividad eléctrica promedio (μV) con respectivas bandas de desviación estándar para tibialis anterior (TA), gastrocnemio (Gnt), rectus femoral (RF) y semitendinoso (Std) fue analizada bilateralmente a lo largo del 100% del ciclo motor durante las cuatro variantes del cabeceo.

Los registros muestran la actividad eléctrica promedio (líneas azules) y la desviación estándar (áreas sombreadas) en microvoltios (μV) para los músculos tibialis anterior (TA), gastrocnemio (Gnt), rectus femoral (RF) y semitendinoso (Std), analizados bilateralmente (izquierda y derecha) a lo largo del ciclo completo del movimiento (0-100%). Las técnicas de cabeceo representadas son: (a) en el lugar sin salto, (b) en el lugar con salto, (c) en carrera sin salto, y (d) en carrera con salto. Las líneas verticales discontinuas indican momentos críticos del gesto

técnico. Los diagramas superiores ilustran la posición del deportista durante la ejecución de cada técnica.

FIGURA. 3. Actividad electromiográfica de músculos de miembros inferiores durante diferentes técnicas de cabeceo futbolístico.



4.3.1. Actividad muscular del aparato locomotor durante el cabeceo en el lugar sin saltar

Durante el cabeceo estático se observó baja activación generalizada en los cuatro músculos analizados. El TA y gastrocnemio mantuvieron actividad basal baja, compatible con función de estabilización postural.

La activación del RF y Std fue mínima, sugiriendo que no se requiere acción significativa de músculos del muslo. Este patrón refleja una postura de preparación pasiva sin desplazamiento dinámico previo.

4.3.2. Actividad muscular del aparato locomotor durante el cabeceo en el lugar con salto

Esta condición presentó incremento significativo de actividad muscular, especialmente en RF bilateral, con pico de activación coincidente con la fase de impulsión (60–80% del ciclo). El gastrocnemio mostró activación intensa, especialmente en pierna derecha, reflejando su participación en propulsión vertical. El TA mantuvo activación moderada asociada al control del pie durante fase de vuelo. El semitendinoso evidenció leve incremento, posiblemente asociado al control de cadera y estabilización del eje.

4.3.3. Actividad muscular del aparato locomotor durante el cabeceo con carrera sin salto

Se observó activación marcadamente asimétrica, donde la pierna de apoyo mostró mayor actividad en gastrocnemio y RF, sugiriendo mayor demanda mecánica unipodal. El RF y TA de la pierna derecha presentaron picos de activación coincidiendo con la fase de despegue. La pierna libre mantuvo activación más moderada. El semitendinoso evidenció actividad bilateral, posiblemente relacionada con frenado y estabilización de cadera durante la fase previa al salto.

4.3.4. Actividad muscular del aparato locomotor durante el cabeceo con carrera y salto

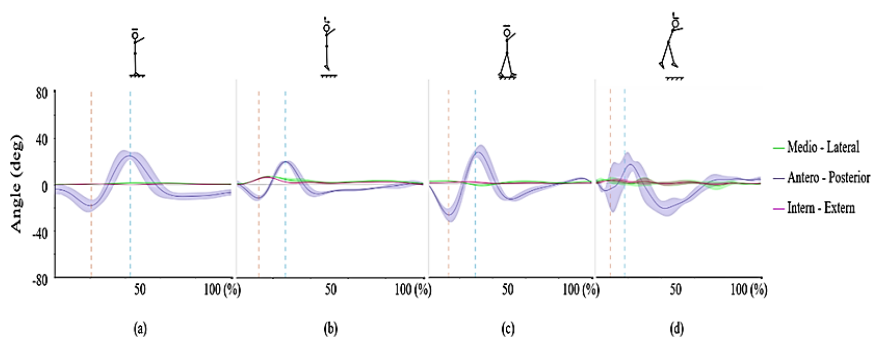
Este patrón presentó la mayor intensidad de activación electromiográfica, particularmente en la pierna de apoyo. Se destacaron picos altos de actividad en gastrocnemio y RF en la pierna de apoyo, con sincronización hacia el final del ciclo, en concordancia con la generación de impulso. El TA mostró actividad constante, indicando su rol en el posicionamiento del pie en vuelo. El semitendinoso presentó activación más sostenida, reflejando mayor coactivación para estabilizar rodilla y cadera durante el gesto unipodal.

Los resultados reflejan cómo la complejidad biomecánica del gesto técnico del cabeceo impacta diferencialmente en los patrones de activación muscular. Las condiciones con desplazamiento previo y salto unipodal requieren mayor activación y asimetría muscular, especialmente en músculos extensores de rodilla y flexores plantares.

4.4 ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO CERVICAL EN EL CABECEO FUTBOLÍSTICO

La Figura 4 muestra la cinemática angular del cuello fue analizada con registros promediados y bandas de variabilidad (desviación estándar) a lo largo del 100% del ciclo motor de cada técnica. Se analizaron tres planos del movimiento: medio-lateral (verde), antero-posterior (negro) y rotacional interna-externa (violeta).

FIGURA. 4. Rangos de los movimientos angulares del cuello durante la ejecución de diferentes técnicas de cabeceo futbolístico. (a) cabeceo en el lugar sin salto, (b) cabeceo en el lugar con salto, (c) cabeceo con carrera de impulso sin salto, y (d) cabeceo con carrera y salto. Las líneas representan los rangos angulares del movimiento del cuello en tres planos: medio-lateral (verde), antero-posterior (negro) e interno-externo rotacional (violeta), con valores medios (líneas sólidas) y desviación estándar (áreas sombreadas) a lo largo del ciclo completo del movimiento (0-100%). Las líneas verticales discontinuas indican fases críticas del gesto técnico. Los diagramas superiores ilustran la secuencia de posiciones corporales adoptadas durante la ejecución de cada técnica. La escala vertical representa los grados de movimiento angular.



4.4.1. Movimiento cervical durante el cabeceo en el lugar sin salto

Se observó un patrón de flexión-extensión antero-posterior pronunciado, con rango angular aproximado de 40° de flexión seguido por extensión compensatoria. Este comportamiento reflejó ejecución deliberada del cabeceo con control postural inicial sin requerimientos de estabilización externa. Los desplazamientos en plano medio-lateral y rotacional fueron mínimos, indicando orientación frontal directa al balón.

4.4.2. Movimiento cervical durante el cabeceo en el lugar sin salto

Este patrón conservó la predominancia del movimiento antero-posterior, aunque se detectó leve aumento en rotación interna-externa hacia el momento de contacto (40–50% del ciclo). Esto indica una estrategia de alineación cervical ante trayectorias más dinámicas del balón. La variabilidad inter sujeto se incrementó respecto al cabeceo estático, evidenciada por bandas más anchas, sugiriendo adaptaciones individuales del control cervical ante el impulso vertical.

4.4.3. Movimiento cervical durante el cabeceo con carrera sin salto

En esta condición se observó el mayor rango de flexión antero-posterior, alcanzando picos superiores a 45° , asociado al incremento de inercia y necesidad de coordinar el movimiento cervical con desplazamiento del tronco y pelvis. Se mantuvo patrón estable en las otras direcciones, con escasa desviación lateral y rotacional, respondiendo a estrategias de estabilización neuromuscular ante el desafío dinámico del gesto.

4.4.4. Movimiento cervical durante el cabeceo con carrera y salto

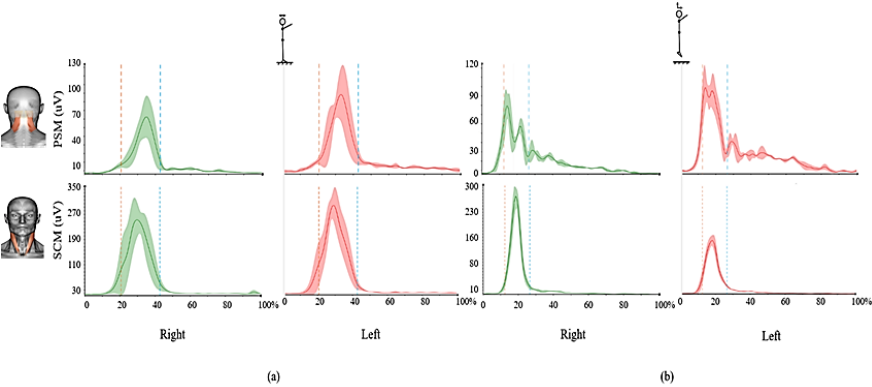
Esta variante mostró mayor complejidad en el control del cuello, evidenciada por ampliación simultánea del rango rotacional y de flexión antero-posterior. Las oscilaciones en rotación interna-externa alcanzaron amplitudes superiores a las observadas en otras condiciones, reflejando mayor demanda de ajuste postural para compensar el desequilibrio propio de la base unipodal. Se destacó mayor variabilidad, posiblemente asociada a estrategias de adaptación individual ante trayectorias oblicuas del balón.

Los resultados indican que el plano antero-posterior es dominante en todas las variantes del cabeceo, confirmando su rol clave en la transferencia de impulso desde el tronco hacia la cabeza. En condiciones más exigentes, se incrementa la participación de planos rotacionales y medio-laterales, implicando mayor complejidad en el control neuromuscular cervical.

4.5 ACTIVIDAD MUSCULAR DEL CUELLO DURANTE EL CABECEO EN EL LUGAR

Durante la ejecución del cabeceo en el lugar con y sin salto, se observaron patrones diferenciados de activación muscular en la región cervical, específicamente en los músculos esternocleidomastoideo (SCM) y paraespinales a nivel de vértebra C4 (PSM), tanto del lado derecho como izquierdo, (ver Figura 5).

FIGURA. 5. Actividad electromiográfica de los músculos paraespinal C4 (PSP) y esternocleidomastoideo (SCM) durante el cabeceo futbolístico. En (a) se muestra la activación muscular durante el cabeceo en el lugar sin salto y en (b) durante el cabeceo en el lugar incluyendo salto.



Los gráficos representan la actividad media (líneas sólidas) y la desviación estándar (áreas sombreadas) medidas en microvoltios (μV) a lo largo del ciclo completo del movimiento (0-100%), diferenciando entre los lados derecho (verde) e izquierdo (rojo). Las líneas verticales discontinuas indican momentos críticos del gesto técnico. Los diagramas superiores ilustran la posición del deportista durante la ejecución de cada técnica.

4.5.1. Actividad muscular del cuello durante el cabeceo en el lugar sin salto.

Los registros electromiográficos mostraron activación bilateral intensa y anticipatoria. El SCM, tanto izquierdo como derecho, alcanzó picos

máximos entre 200 y 300 μV aproximadamente, evidenciando coactivación simétrica que sugiere un mecanismo de estabilización cervical previa al impacto. Esta coactivación resulta fundamental para controlar el desplazamiento antero-posterior de la cabeza, amortiguando las fuerzas generadas durante el contacto con el balón.

El músculo PSM, con activación de menor magnitud (60–130 μV), presentó perfil temporal sincronizado con el SCM, sugiriendo rol funcional complementario en el control postural del cuello, particularmente en extensión cervical, contribuyendo a la rigidez segmentaria necesaria para resistir la transferencia de cargas al tronco durante el cabeceo.

4.5.2. Actividad muscular del cuello durante el cabeceo en el lugar con salto

Durante la variante de cabeceo en salto se observó modificación notable en los patrones de activación. Los picos del SCM se produjeron en fase más temprana del ciclo (10–20%), con intensidad ligeramente reducida respecto a la variante estática (150–250 μV). Este adelanto en activación se relaciona con la necesidad de preparar el sistema cervical más inmediatamente frente a la inestabilidad que introduce el salto.

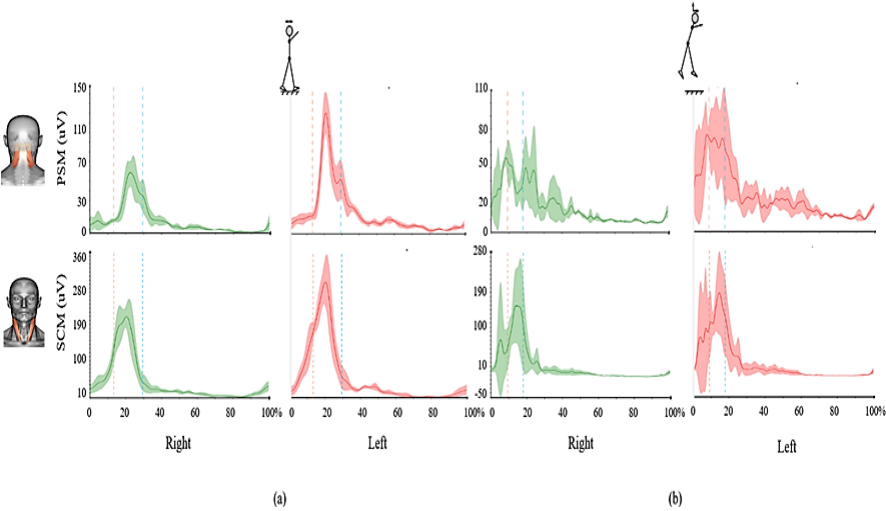
La activación del PSM en esta condición fue más atenuada y menos sostenida, con valores máximos entre 60 y 90 μV . Esta reducción podría vincularse a menor participación de músculos posturales profundos en favor de mayor actividad de grupos musculares del tronco y estabilizadores globales que intervienen en la coordinación del salto.

4.6 ACTIVIDAD MUSCULAR DEL CUELLO EN EL CABECEO CON CARRERA

La imagen de la (Figura 6) muestra los registros electromiográficos de músculos esternocleidomastoideo (SCM) y paraespinal C4 (PSP), tanto izquierdos como derechos, durante cabeceos futbolísticos en dos condiciones: con CCSS y CCCS, mostraron la actividad muscular en microvoltios (μV) durante el ciclo completo del movimiento (0-100%).

FIGURA. 6. Actividad electromiográfica de los músculos paraespinal C4 (PSP) y esternocleidomastoideo (SCM) durante el cabeceo futbolístico. En (a) se muestra la activación muscular durante el cabeceo con carrera sin salto y en (b) durante el cabeceo con carrera incluyendo salto. Los gráficos representan la actividad media (líneas sólidas) y la desviación

estándar (áreas sombreadas) medidas en microvoltios (μV) a lo largo del ciclo completo del movimiento (0-100%), diferenciando entre los lados derecho (verde) e izquierdo (rojo). Las líneas verticales discontinuas indican momentos críticos del gesto técnico. Los diagramas superiores ilustran la posición del deportista durante la ejecución de cada técnica.



4.6.1. Actividad muscular del cuello en el cabeceo con carrera sin salto

La actividad muscular evidenció picos pronunciados de activación que corresponden a fases críticas del gesto técnico. Los músculos esternocleidomastoideos mostraron mayor actividad que los paraespinales C4, sugiriendo su rol fundamental en la estabilización y movimiento cefálico durante esta técnica deportiva.

4.6.2. Actividad muscular del cuello en el cabeceo con carrera y salto

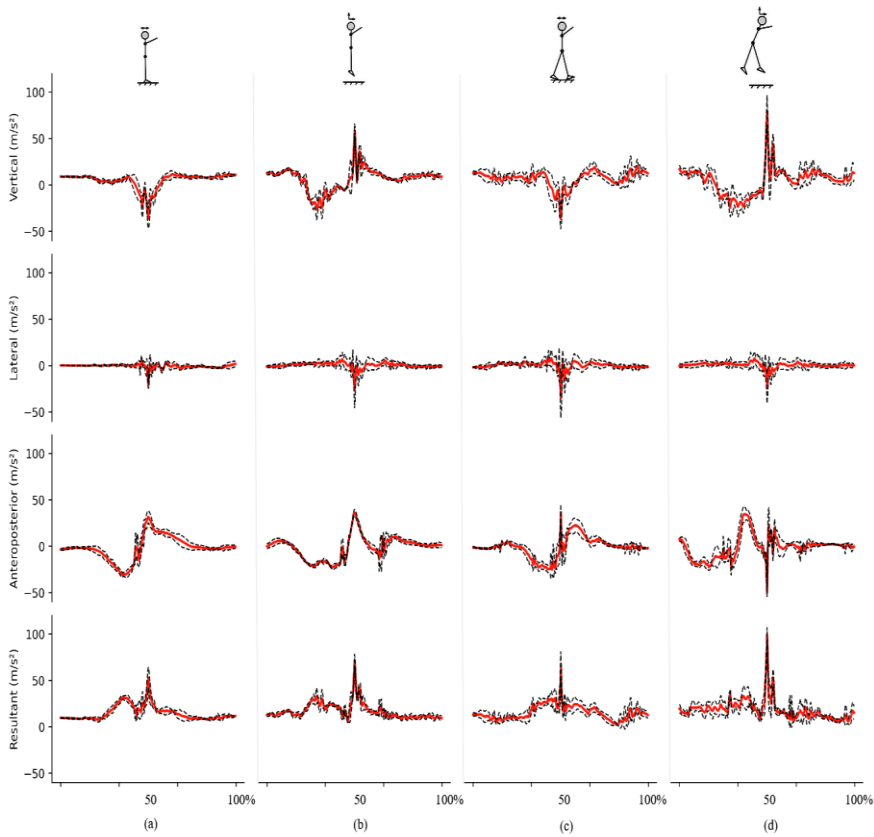
La condición de CCCS generó mayor variabilidad en la respuesta muscular, evidenciada por bandas más amplias de desviación estándar, reflejando la mayor complejidad y demanda neuromuscular asociada con la coordinación adicional requerida para el componente de salto vertical. Los patrones de activación entre lados derecho e izquierdo mostraron asimetrías notables, particularmente en el esternocleidomastoideo, donde el lado izquierdo presentó mayores picos de activación en ambas condiciones.

4.7 ANÁLISIS DE LAS ACELERACIONES DURANTE EL CABECEO FUTBOLÍSTICO

4.7.1. Aceleraciones lineales

Los registros de aceleraciones lineales durante las cuatro técnicas de cabeceo evaluadas revelan patrones distintivos de impacto y control motor. Los datos muestran aceleraciones en los ejes vertical, lateral, anteroposterior y resultante, expresadas en metros por segundo al cuadrado (m/s^2), a lo largo del ciclo completo del movimiento (0-100%). La variabilidad entre ensayos, representada por puntos discretos superpuestos a la línea media (en rojo), aumenta notablemente en momentos específicos del ciclo, particularmente durante las fases de preparación e impacto con el balón, (ver Figura 7).

FIGURA. 7. Aceleraciones lineales durante la ejecución de diferentes técnicas de cabeceo futbolístico.



Los gráficos muestran las aceleraciones (m/s^2) en los ejes vertical, lateral, anteroposterior y la resultante a lo largo del ciclo completo del movimiento (0-100%). Las líneas discontinuas representan el intervalo de la desviación estándar y la línea roja indica el valor medio. Las técnicas de cabeceo representadas son: (a) en el lugar sin salto, (b) en el lugar con salto de ambos pies, (c) carrera sin salto, y (d) carrera con salto. Los diagramas superiores ilustran la posición del deportista durante la ejecución de cada técnica.

4.7.2. Análisis de la aceleración lineal y las técnicas de cabeceo.

El cabeceo CESS (a) muestra perfiles de aceleración relativamente controlados, con picos moderados principalmente en los ejes vertical y anteroposterior. En contraste, el cabeceo CECS (b) genera aceleraciones de mayor magnitud, especialmente en los momentos de despegue e impacto, evidenciando la contribución significativa del componente pliométrico a las fuerzas experimentadas por la cabeza.

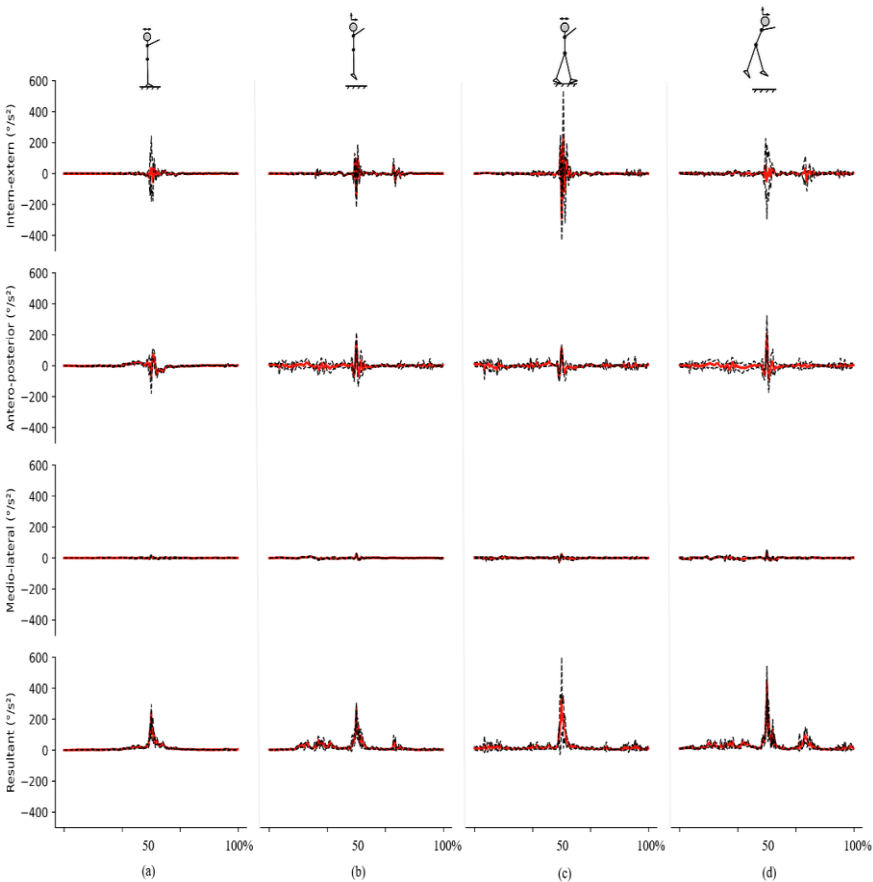
4.7.3. Efectos de la incorporación de carrera en el cabeceo

La incorporación de CCSS introdujo patrones más complejos de aceleración, con mayor actividad en todos los ejes y particularmente en el componente anteroposterior, reflejando las fuerzas de inercia horizontal asociadas al desplazamiento previo. La técnica más compleja, CCCS, presentó los valores más elevados de aceleración en todos los ejes, especialmente en componentes vertical y resultante, con picos pronunciados que coinciden con las fases de impulso, despegue e impacto.

4.7.4. Aceleraciones angulares

La Figura 8 presenta los perfiles promedio de aceleración angular del segmento cervical en las tres direcciones del espacio (interno-externo, antero-posterior y medio-lateral), así como la aceleración angular resultante, durante la ejecución de las cuatro técnicas de cabeceo evaluadas: (a) CESS, (b) CECS, (c) CCSS, y (d) CCCS.

FIGURA. 8. Aceleraciones angulares durante la ejecución de diferentes técnicas de cabeceo futbolístico.



Los gráficos muestran las aceleraciones ($^{\circ}/s^2$) en los ejes vertical, lateral, anteroposterior y la resultante a lo largo del ciclo completo del movimiento (0-100%). Las líneas discontinuas representan el intervalo de la desviación estándar y la línea roja indica el valor medio. Las técnicas de cabeceo representadas son: (a) en el lugar sin salto, (b) en el lugar con salto de ambos pies, (c) carrera sin salto, y (d) carrera con salto. Los diagramas superiores ilustran la posición del deportista durante la ejecución de cada técnica.

4.7.5 Análisis de la aceleración angular y las técnicas de cabeceo

Los perfiles promedio de aceleración angular del segmento cervical en las tres direcciones del espacio (interno-externo, antero-posterior y

medio-lateral), así como la aceleración angular resultante, mostraron diferencias significativas entre las técnicas.

Las condiciones dinámicas (CCSS y CCCS) produjeron picos más altos de aceleración angular comparado con las condiciones estáticas.

En el eje interno-externo, CCSS alcanzó un valor cercano a $500^{\circ}/s^2$, seguido de CCCS con aproximadamente $450^{\circ}/s^2$. Las condiciones estáticas mostraron valores máximos alrededor de $200^{\circ}/s^2$. El eje antero-posterior mostró tendencia similar, con picos mayores en condiciones dinámicas ($\sim \pm 200^{\circ}/s^2$). El eje medio-lateral presentó variabilidad mínima y valores cercanos a cero en todas las condiciones, indicando que el movimiento cervical durante el cabeceo se restringe principalmente a los planos sagital y transversal.

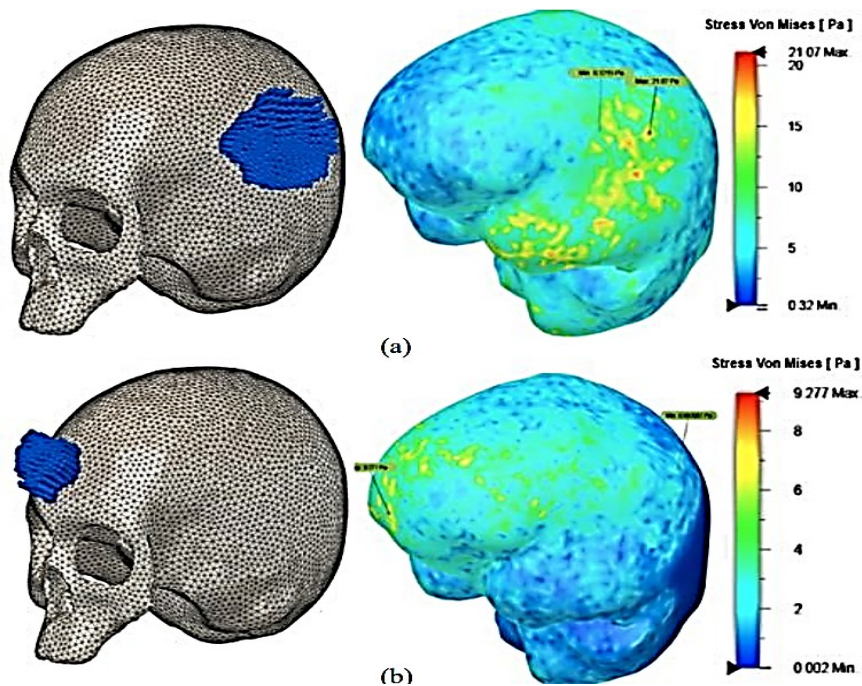
La inclusión de carrera previa al cabeceo tuvo impacto significativo en las aceleraciones angulares del cuello. Las técnicas con desplazamiento previo generaron incrementos sustanciales en los valores pico de aceleración angular tanto en ejes interno-externo como antero-posterior. Estos resultados sugieren que la inercia generada por la carrera amplifica el momento angular transmitido al segmento cervical, aumentando las cargas biomecánicas durante el impacto con el balón.

4.8 ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA RESPUESTA TENSIONAL DURANTE EL CABECEO EN FÚTBOL

4.8.1. Distribución de tensiones en el cráneo

El análisis de elementos finitos multicuerpo reveló patrones específicos de distribución de tensiones de Von Mises en el cráneo durante el impacto del cabeceo futbolístico. Se observó concentración significativa de tensiones en la región frontoparietal, correspondiente al área de contacto directo con el balón, con valores máximos de tensión (21.67 MPa) en la región de impacto. La propagación de estas tensiones siguió un gradiente decreciente hacia las regiones temporales y occipitales, sugiriendo un mecanismo de disipación de energía a través de la estructura ósea craneal, (ver Figura 9).

FIGURA. 9. Simulación multicuerpo por elementos finitos de las tensiones generadas durante el cabeceo futbolístico.



En (a) se muestra la distribución de tensiones de Von Mises en el cerebro (derecha) a partir de un estado de carga distribuida en la región temporal del cráneo correspondiente al área de contacto con la pelota durante la ejecución del cabeceo lateral. En (b) se presenta la propagación de tensiones al tejido cerebral (derecha) a partir de un estado de carga distribuida en el cráneo producto al impacto durante el cabeceo frontal. La escala cromática representa la magnitud de las tensiones en megapascuales (MPa), desde los valores mínimos (azul) hasta los máximos (rojo).

4.8.2. Transmisión de fuerzas al tejido cerebral

El modelo mostró distribución más difusa de tensiones de Von Mises en el cerebro, con valores máximos considerablemente menores (9.277 MPa) comparado con los registrados en el cráneo. Esta atenuación del impacto evidencia el rol protector del sistema cráneo-meníngeo, aunque persiste concentración significativa de tensiones en regiones cerebrales subyacentes al área de impacto, con propagación hacia regiones profundas y críticas para funciones cognitivas y motoras.

4.8.3. Limitaciones y consideraciones metodológicas

Es importante considerar que este modelo de elementos finitos representa una simplificación de un fenómeno biomecánico complejo. Aunque incorpora parámetros críticos como aceleraciones lineales y masas del cráneo y cerebro, no captura completamente aspectos como la variabilidad individual en las propiedades viscoelásticas del tejido cerebral o la contribución de mecanismos activos de estabilización neuromuscular.

5. DISCUSIÓN

El análisis integral de las variantes técnicas del cabeceo en fútbol revela patrones biomecánicos diferenciados que reflejan estrategias específicas de control motor, respuesta cinética y activación muscular, moduladas según el contexto del gesto (estático, con salto, con carrera y con salto unipodal). Estos hallazgos permiten identificar demandas funcionales particulares que inciden en la eficiencia del rendimiento y en el riesgo potencial de lesión (Caccese et al., 2018; Dezman et al., 2013).

5.1 CINEMÁTICA DEL APARATO LOCOMOTOR EN EL CABECEO

Desde una perspectiva cinemática, las técnicas de cabeceo sin desplazamiento muestran patrones relativamente simétricos, tanto a nivel troncal como en los miembros inferiores, lo que sugiere un control motor orientado a la estabilidad postural y a la ejecución técnica con mínima exigencia mecánica. La baja amplitud angular de cadera y rodilla en estas condiciones indica una preparación gestual pasiva, en la que el movimiento se genera principalmente desde el tronco y cuello, con una mínima intervención del tren inferior (Katz, 2002).

Por el contrario, las técnicas que involucran carrera exhiben una clara asimetría funcional, con diferencias marcadas entre el miembro de apoyo y el miembro libre. La pierna de apoyo asume un rol dominante tanto en el control del impulso como en la modulación de la estabilidad durante el despegue y aterrizaje. La mayor amplitud de movimiento del tronco observada en la variante con carrera y salto sugiere una mayor transferencia de energía desde los segmentos distales hacia el cabezazo, con una contribución activa del segmento central, aunque a expensas

de una estabilidad postural más comprometida (Daneshvar et al., 2011; Harriss et al., 2022).

5.2 CINÉTICA DEL APARATO LOCOMOTOR EN EL CABECEO

La evaluación cinética del tobillo confirma el patrón funcional observado a nivel articular. En condiciones estáticas, las bajas magnitudes de momento, potencia y fuerza vertical de reacción reflejan una mecánica de baja exigencia que privilegia el control postural por sobre la generación de impulso. Esta característica es relevante en contextos clínicos o en fases de readaptación, donde se prioriza la minimización de cargas articulares (Robles-Palazón et al., 2022).

En cambio, el cabeceo con desplazamiento dinámico genera demandas considerablemente más elevadas sobre la articulación del tobillo del miembro de apoyo, con picos de potencia y fuerza vertical que superan ampliamente el 200% del peso corporal. Estas demandas reflejan una estrategia de generación de impulso unipodal y transferencia de energía que maximiza la efectividad del gesto técnico. Sin embargo, este patrón también implica una mayor sobrecarga articular, lo que puede constituir un factor de riesgo en poblaciones vulnerables, como futbolistas jóvenes o en retorno deportivo postlesión (Ponce et al., 2011; Perkins et al., 2022; Basinas et al., 2022).

5.3 ACTIVACIÓN MUSCULAR DEL APARATO LOCOMOTOR EN EL CABECEO

La activación electromiográfica corrobora y amplía el entendimiento de la distribución funcional del esfuerzo muscular en las distintas técnicas. El cabeceo CESS se caracteriza por una activación basal de los músculos estabilizadores, como el tibialis anterior y el gastrocnemio, en línea con una estrategia de control postural y mínima movilidad (BTS Bioengineering, n.d.-b; BTS Bioengineering, n.d.-c).

La transición hacia técnicas con mayor componente dinámico implica un incremento progresivo de la actividad en los principales grupos musculares extensores (rectus femoral y gastrocnemio), en especial en la pierna de apoyo. En el cabeceo con carrera y salto, el patrón de activación más intenso y sostenido en los músculos analizados

particularmente en el semitendinoso refleja la necesidad de coactivación para mantener la integridad articular en condiciones de alta demanda mecánica (Young et al., 2012; Smith et al., 2022). Este hallazgo es clínicamente relevante, ya que identifica momentos críticos del ciclo motor donde la exigencia neuromuscular es máxima y, por tanto, más susceptible a fallos de control o lesiones musculares.

5.4 CABECEO EVALUADO DESDE EL APARATO LOCOMOTOR

Los resultados sugieren que las variantes del cabeceo con desplazamiento y salto unilateral imponen mayores exigencias biomecánicas, tanto en términos articulares como musculares, con implicancias relevantes para el diseño de programas de entrenamiento y prevención (Lipton et al., 2013; McGlinchey et al., 2023). En contextos de alto rendimiento, estas técnicas podrían ser priorizadas por su eficacia mecánica, pero deberían ir acompañadas de intervenciones específicas para mitigar el riesgo de sobrecarga. En contextos clínicos o de readaptación, las variantes estáticas podrían ser empleadas como progresiones seguras que permitan estimular patrones motores sin sobrepasar los umbrales de carga articular (Cantu, 2003; Stewart et al., 2017).

En suma, este análisis tridimensional (cinemático, cinético y electromiográfico) ofrece una caracterización precisa de las demandas del gesto técnico del cabeceo, aportando una base científica robusta para la toma de decisiones en fisioterapia deportiva, preparación física y entrenamiento técnico especializado (Bartsch et al., 2022; Perry et al., 2016).

5.5 ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO CERVICAL EN EL CABECEO FUTBOLÍSTICO

Los hallazgos confirman que el plano antero-posterior es el dominante en todas las variantes de cabeceo, lo cual respalda el rol biomecánico del cuello como eje de transferencia de energía desde el tronco hacia la cabeza (Caccese et al., 2018). En el cabeceo en el lugar sin salto, el bajo involucramiento de los planos medio-lateral y rotacional indica un gesto técnico controlado y frontal, asociado con menores demandas neuromusculares. Sin embargo, a medida que aumenta la complejidad motriz ya sea por la incorporación de carrera o salto se evidencian mayores oscilaciones rotacionales y variabilidad intersujeto, lo cual refleja

un incremento en la necesidad de ajustes posturales y control dinámico cervical (Tierney et al., 2005).

La variante con carrera y salto destaca por su amplitud de movimiento en todos los planos, evidenciando el mayor desafío neuromuscular. Estos datos subrayan que la progresión técnica del cabeceo implica una reorganización del control motor cervical, que debe ser considerada en programas de entrenamiento para prevenir desbalances y lesiones (Putukian, 2017)

5.6 ACTIVIDAD MUSCULAR DEL CUELLO DURANTE EL CABECEO EN EL LUGAR

La activación anticipatoria y simétrica del esternocleidomastoideo (SCM) y de los paraspinales (PSM) observada durante el cabeceo CESS respalda la hipótesis de una estrategia motora centrada en la estabilidad axial y preparación para el impacto (Karton & Hoshizaki, 2018). La coactivación bilateral permite un control eficaz del desplazamiento antero-posterior, reduciendo la transferencia abrupta de cargas a estructuras más profundas del cráneo.

En contraste, durante el cabeceo CECS, se produce una activación más temprana pero menos intensa del SCM, lo que podría deberse a la anticipación del desequilibrio generado por la pérdida momentánea del soporte plantar. La disminución de la actividad del PSM refuerza la idea de una redistribución del control postural hacia musculatura más global, en respuesta a una mayor demanda de equilibrio dinámico. Esta modificación en los patrones musculares podría tener implicancias clínicas, especialmente en jugadores jóvenes o en rehabilitación, que presentan limitaciones en la coordinación intersegmentaria (Broglia et al., 2017).

5.7 ACTIVIDAD MUSCULAR DEL CUELLO DURANTE EL CABECEO CON CARRERA

En las condiciones con carrera, los picos de activación del SCM aumentan significativamente, particularmente en la fase de impacto, evidenciando su rol clave en la estabilización cefálica ante mayores fuerzas inerciales. La variabilidad registrada en la condición con salto refleja la dificultad del sistema neuromuscular para anticipar y coordinar

múltiples demandas simultáneas: desplazamiento horizontal, impulso vertical y contacto balístico con el balón (Rowson et al., 2014).

Además, la presencia de asimetrías en la activación entre lados derecho e izquierdo del SCM sugiere la existencia de preferencias laterales o adaptaciones técnicas específicas, lo cual podría generar patrones de carga asimétrica a largo plazo. Estos resultados advierten sobre la importancia de evaluar y entrenar el control muscular cervical de forma bilateral y específica para cada tipo de cabeceo.

5.8 ANÁLISIS DE LAS ACELERACIONES DURANTE EL CABECEO FUTBOLÍSTICO

Las aceleraciones registradas confirman una tendencia ascendente en la magnitud del impacto a medida que se incorporan componentes dinámicos como salto y carrera. El cabeceo con carrera y salto muestra los valores más elevados de aceleración resultante, lo que implica mayores exigencias sobre las estructuras craneocervicales y, potencialmente, un riesgo elevado de microtraumatismos acumulativos (Bailes et al., 2013).

Estos resultados refuerzan la necesidad de adaptar el entrenamiento técnico del cabeceo según la complejidad de la acción, controlando no solo la fuerza sino también la secuencia y eficiencia de los movimientos implicados. Asimismo, destacan la utilidad de integrar herramientas de medición tridimensional en la evaluación biomecánica de gestos balísticos como el cabeceo.

5.9. ANÁLISIS BIOMECÁNICO TENSIONAL EN EL CABECEO

El modelo de elementos finitos permitió observar que, incluso en cabeceos técnicamente ejecutados, se producen concentraciones significativas de tensión en la región frontoparietal del cráneo. La transmisión de estas tensiones hacia el tejido cerebral, si bien atenuada por las propiedades viscoelásticas del sistema cráneo-meníngeo, sigue siendo clínicamente relevante. La acumulación repetida de tensiones en áreas funcionales críticas como el lóbulo frontal puede estar asociada a alteraciones cognitivas, tal como lo indican estudios recientes sobre encefalopatía traumática crónica (McKee et al., 2014).

Si bien el modelo presenta limitaciones en cuanto a la individualización anatómica y los mecanismos activos de estabilización, proporciona una herramienta valiosa para la comprensión de los mecanismos lesionales. Su aplicación en el ámbito clínico y deportivo podría orientar estrategias preventivas, especialmente en poblaciones vulnerables como adolescentes o jugadoras femeninas, donde la susceptibilidad al trauma craneal es mayor (Covassin et al., 2016).

6. CONCLUSIONES

Este estudio multidimensional sobre el cabeceo en fútbol permitió caracterizar con precisión las demandas biomecánicas, neuromusculares y articulares asociadas a sus principales variantes: CESS, CECS, con CCSS y CCCS unipodal. El enfoque integrado de análisis cinemático tridimensional, cinético y electromiográfico permitió identificar patrones funcionales específicos que explican tanto la eficacia técnica del gesto como los factores de riesgo musculoesquelético.

Desde el análisis cinemático, el plano anteroposterior predominó en todas las variantes, con el segmento craneocervical actuando como eje de transferencia de energía. Las ejecuciones sin desplazamiento presentaron simetría y baja amplitud articular en miembros inferiores, evidenciando una estrategia de estabilidad postural con protagonismo del tronco y cuello. Las técnicas dinámicas, por el contrario, revelaron una mayor complejidad motora, involucrando planos rotacionales y medio-laterales, con asimetrías marcadas en la pierna de apoyo.

El análisis cinético mostró que el cabeceo estático requiere menor carga articular, lo que lo convierte en opción segura para readaptación. En cambio, las variantes dinámicas generaron picos de potencia elevados, sobre todo en el tobillo de apoyo, alcanzando valores superiores al 200% del peso corporal, lo cual, aunque funcionalmente eficaz, incrementa el riesgo de lesiones por sobreuso.

A nivel electromiográfico, se observó un patrón progresivamente más intenso y asimétrico en función de la complejidad técnica. Las variantes con salto y carrera evidenciaron activación sostenida de musculatura

extensora y estabilizadora en el miembro de apoyo, lo que refleja una estrategia compensatoria ante cargas elevadas.

El control motor cervical mostró un aumento de la amplitud y oscilaciones rotacionales en gestos dinámicos, indicando que el cuello debe ajustarse a mayores exigencias mecánicas.

Por su parte, el modelado computacional mediante elementos finitos permitió visualizar el efecto interno de estas cargas. Las simulaciones mostraron concentraciones de tensiones de Von Mises en la región frontoparietal del cráneo, incluso en gestos técnicamente correctos. Aunque las cargas se atenúan en su transmisión al tejido cerebral, el patrón de distribución refuerza la preocupación por los posibles efectos neurofisiológicos a largo plazo del cabeceo repetitivo, especialmente en poblaciones vulnerables como adolescentes y mujeres.

7. REFERENCIAS

- Bartsch, A. J., Shah, P., & Wiechmann, A. (2022). Sulcal cavitation in linear head acceleration: Possible correlation with chronic traumatic encephalopathy. *Journal of Neurotrauma*.
- Basinas, I., McElvenny, D. M., Pearce, N., Gallo, V., & Cherrie, J. W. (2022). A systematic review of head impacts and acceleration associated with soccer. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5488. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095488>
- BTS Bioengineering. (n.d.). BTS P-6000®. [Instrumento de medición]. Sitio web. <https://www.btsbioengineering.com/products/p-6000>
- BTS Bioengineering. (n.d.). FREEEMG 1000®. [Instrumento de medición]. Sitio web. <https://www.btsbioengineering.com/products/freemg>
- BTS Bioengineering. (n.d.). G-WALK®. [Instrumento de medición]. Sitio web. <https://www.btsbioengineering.com/products/g-walk>
- BTS Bioengineering. (n.d.). SMART Analyzer. [Software]. Sitio web. <https://www.btsbioengineering.com/products>
- BTS Bioengineering. (n.d.). SMART DX®. [Instrumento de medición]. Sitio web. <https://www.btsbioengineering.com/products/smart-dx-evo>
- Caccese, J. B., Buckley, T. A., Tierney, R. T., Rose, W. C., Glutting, J. J., & Kaminski, T. W. (2018). Heading in soccer: Does kinematics of the head-neck-torso alignment influence head acceleration? *Research in Sports Medicine*.

- Cantu, R. C. (2003). Concussion in professional football: Epidemiological features of game injuries and review of the literature—part 3. *Neurosurgery*.
- Daneshvar, D. H., Nowinski, C. J., McKee, A. C., & Cantu, R. C. (2011). Concussions in soccer: A current understanding. *Annals of Sports Medicine*.
- Dezman, Z. D. W., Ledet, E. H., & Kerr, H. A. (2013). Neck strength imbalance correlates with increased head acceleration in soccer heading. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 5(4), 320-326. <https://doi.org/10.1177/1941738113480935>
- Fujita, S., Rowson, S., & Duma, S. M. (2009). Head impacts during high school football: A biomechanical assessment. *Journal of Athletic Training*.
- Harriss, A., Johnson, A. M., Walton, D. M., & Dickey, J. P. (2022). Head impact exposure and biomechanics in university varsity women's soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*.
- IBM Corp. (2019). SPSS Statistics for Windows (Version 26.0). [Software]. Sitio web. <https://www.ibm.com/es-es/products/spss-statistics>
- Katz, M. (2002). Biomechanics of heading a soccer ball: Implications for player safety. *Sports Biomechanics*.
- Lipton, M. L., Kim, N., Zimmerman, M. E., Stewart, W. F., Branch, C. A., & Lipton, R. B. (2013). Soccer heading is associated with white matter microstructural and cognitive abnormalities. *Radiology*.
- McGlinchey, S., Hamilton, S., Stickland, A., Barrett, N., & Kennedy, N. (2023). Soccer heading immediately alters brain function and brain-muscle communication. *Brain Communications*.
- Perkins, R. A., Bakhtiarydavijani, A., Ivanoff, A. E., Jones, M., Hammi, Y., & Prabhu, R. K. (2022). Assessment of brain injury biomechanics in soccer heading using finite element analysis. *Brain Multiphysics*, 3(100052), 100052. <https://doi.org/10.1016/j.brain.2022.100052>
- Perry, D. C., Sturm, V. E., Peterson, M. J., Pieper, C. F., Bullock, P. R., Shafto, M. A., & Kramer, J. H. (2016). The biomechanical signature of loss of consciousness: Computational modelling of elite athlete head injuries. *Nature Communications*.
- Ponce, E., Pérez, J., Ponce, D., & Andresen, M. (2011). Mathematical simulation of mild brain injury in children heading soccer balls. *Revista Médica de Chile*, 139(8), 1089-1096. <https://doi.org/S0034-98872011000800017>

- Robles-Palazón, F. J., López-Valenciano, A., De Ste Croix, M., Oliver, J. L., García-Gómez, A., Sainz de Baranda, P., & Ayala, F. (2022). Epidemiology of injuries in male and female youth football players: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, 11(6), 681-695. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.10.002>
- Smith, M. R., Naroumandzadeh, H., Ahmadi, E., & Katz, B. P. (2022). An acute bout of controlled subconcussive impacts can alter dynamic cerebral autoregulation indices: A preliminary investigation. *Journal of Neurotrauma*.
- Stewart, W. F., Kim, N., Ifrah, C. S., Lipton, R. B., Bachrach, T. A., Zimmerman, M. E., & Lipton, M. L. (2017). Symptoms from repeated intentional and unintentional head impact in soccer players. *Neurology*.
- Thompson, J., Sebastianelli, W., & Slobounov, S. (2004). EEG and postural correlates of mild traumatic brain injury in athletes. *Neuroscience Letters*.
- Young, T. J., Daniel, R. W., Rowson, S., & Duma, S. M. (2012). Head impact exposure in youth football. *Annals of Biomedical Engineering*.

RATIO DE CARGA EXTERNA ACUMULADA EN JUGADORES DE FÚTBOL DURANTE EL MICROCICLO DE ENTRENAMIENTO EN FUNCIÓN DE LA COMPETICIÓN: UNA REVISIÓN NARRATIVA

JOSE ANTONIO ASIAN CLEMENTE
Universidad Pablo de Olavide

CARLOS GALIANO DE LA ROCHA
Universidad Loyola Andalucía

GONZÁLO REVERTE PAGOLA
CEU Cardenal Espínola

JOSE LUIS GIL DELGADO
Universidad de Sevilla

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, En la actualidad, los jugadores que forman parte de equipos de fútbol están sujetos a una evaluación sistemática y continua de sus rendimientos y esfuerzos tanto en entrenamientos como en partidos, proporcionando este proceso una gran cantidad de información y volúmenes de datos para los profesionales que trabajan con ellos (Clemente et al., 2019). Esta información es esencial para los cuerpos técnicos y entrenadores, ya que permiten mejorar y objetivizar su trabajo mejorando el proceso de toma de decisiones (Oliva-Lozano et al., 2021). Igualmente, toda esta información posibilita obtener una evaluación precisa de las respuestas adaptativas que los jugadores muestran al trabajo realizado lo que les permite también mejorar la gestión de sus entrenamientos para garantizar un rendimiento óptimo de los jugadores (Mandorino et al., 2024). En este contexto, la monitorización de la carga física se ha consolidado como uno de los aspectos más importante para los cuerpos técnicos en el fútbol moderno (Houtmeyers et al., 2021; Weston, 2018).

Cuando se habla de monitorización de la carga en fútbol hay que tener en cuenta que esta se clasifica generalmente en dos categorías: la carga externa y la carga interna. La carga externa es aquella que abarca las mediciones objetivas del trabajo físico realizado durante los entrenamientos o la competición por los jugadores de fútbol (Teixeira et al., 2021), es decir, se trata de lo que los jugadores realizan. En cambio, la carga interna, es el reflejo de las respuestas psicológicas y fisiológicas del cuerpo ante los estímulos externos (Bourdon et al., 2017), es decir, como responde el cuerpo a lo que los jugadores realizan. Debido a las nuevas tecnologías utilizadas para medir la carga, existen numerosas variables relacionadas con la medición de la carga interna y externa, lo que obliga a los entrenadores y científicos deportivos a centrarse en los indicadores más relevantes y específicos para optimizar el proceso de monitorización (Miguel et al., 2021; Teixeira et al., 2021).

Aunque ambos tipos de carga son fundamentales, la carga externa recibe más atención que la carga interna en los equipos de fútbol profesional (Houtmeyers et al., 2021). Esta tendencia ha provocado que la evaluación de la carga externa sea de suma importancia para la planificación y periodización del entrenamiento en los equipos de fútbol profesional (Rebelo et al., 2012). Una correcta periodización del entrenamiento facilita una recuperación óptima para los jugadores tras los partidos o entrenamientos, al tiempo que asegura el mantenimiento y la mejora de las cualidades físicas a lo largo de la temporada competitiva (Douchet et al., 2024). Concretamente la periodización del entrenamiento en el fútbol hace referencia a la distribución y organización de la carga externa a lo largo del microciclo, entendido este como el período que transcurre desde el día posterior a un partido hasta el siguiente encuentro que dispute el equipo (Oliva-Lozano et al., 2022), es decir, es la secuencia temporal que transcurre entre partidos. Por esta razón, al hablar de la monitorización de un microciclo, es fundamental incluir tanto la carga externa de la competición como la de las sesiones de entrenamiento realizadas entre el partido actual y el anterior. Tradicionalmente, el microciclo se ha definido como un período de una semana de entrenamientos, con el partido generalmente programado para el fin de semana (Anderson et al., 2016). Sin embargo, esta estructura es cada

vez menos común. El aumento de competiciones en el fútbol moderno ha llevado a que los equipos participen en más torneos y partidos, lo que, a su vez, provoca que se reduzcan el número de sesiones de entrenamiento entre ellos (Morgans et al., 2014; Noor et al., 2019). Este cambio producido en los calendarios de los equipos, ha dado lugar a la aparición de nuevos microciclos cuya longitud ya no es una semana sino que es más reducida y variable. Por ejemplo, semanas en las que los equipos disputan tres partidos se han convertido en la nueva normalidad de los equipos modificando los clásicos modelos de planificación. Dependiendo del tipo de calendario competitivo, la duración del microciclo puede variar, impactando directamente en la carga externa de los jugadores (Clemente et al., 2019; Oliva-Lozano et al., 2022). Estudios previos han confirmado que los microciclos más cortos suelen tener una carga externa más reducida, ya que normalmente los entrenadores en este tipo de microciclo priorizan la recuperación de los jugadores a la vez que se centran en la preparación táctica del siguiente partido. Debido a las limitaciones de tiempo, los entrenadores tienen que ser más eficientes en la selección de objetivos y contenidos del microciclo. Por el contrario, los microciclos más largos permiten una distribución más equilibrada de la carga externa, integrando tanto períodos de recuperación como sesiones de entrenamiento de alta intensidad (Gualtieri et al., 2024; Oliva-Lozano et al., 2022). Al disponer de mayor cantidad de sesiones, los entrenadores pueden hacer un mejor reparto de la carga a través de los diferentes días del microciclo permitiendo aumentar el número de objetivos y contenidos a abordar.

Independientemente de la longitud del microciclo, la carga externa fluctúa a lo largo de las diferentes sesiones de entrenamientos. El contenido, objetivo y carga de cada sesión de entrenamiento y sus objetivos se determinan en función del tiempo transcurrido desde el partido anterior y el tiempo restante hasta el próximo encuentro (Gualtieri et al., 2024). Es decir, los cuerpos técnicos organizan las sesiones atendiendo a cuánto tiempo transcurrió desde que jugamos el partido anterior y cuánto tiempo queda para el siguiente juego. En consecuencia, siguiendo a autores anteriores (Malone et al., 2015), los diferentes días de entrenamiento se clasifica de la siguiente manera: El día de partido

se denomina "MD". Los dos días posteriores al partido, se conocen como "MD+1" y "MD+2" a las 24 horas y 48 horas de partido que se ha disputado con anterioridad. Por último, los días restantes son cocidos como "MD-4", "MD-3", "MD-2" y "MD-1", dependiendo de la cantidad de días restantes hasta el siguiente MD. Generalmente, los días MD+1 y MD+2 se centran en la recuperación de los jugadores y la compensación de la carga externa para aquellos con menos minutos jugados. Por su parte, los días MD-4 y MD-3 se enfocan en la sobrecarga o estimulación de los jugadores. Este es el periodo en el cual se acumula más carga para conseguir fatigar a los jugadores de cara a conseguir mayores mejoras en sus capacidades. Respecto a los días MD-2 y MD-1 lo que se busca es crear una fase de tapering o afinamiento que implica una reducción progresiva de las cargas de entrenamiento, disminuyendo normalmente el volumen y manteniendo la intensidad de los esfuerzos, con la intención de que los jugadores lleguen descansados al partido (Douchet et al., 2023, 2024).

Para ajustar adecuadamente la carga externa de las sesiones de entrenamiento, es esencial comprender su relación con la carga competitiva (Stevens et al., 2017). Esta relación da lugar a lo que hoy en día se conoce como ratio de carga acumulada. Este ratio se calcula comparando la carga acumulada en las sesiones de entrenamiento y su relación con el esfuerzo que los jugadores realizan en la competición (ratio = carga acumulada en el microciclo/carga acumulada en la competición). Este ratio ha sido definido y publicado previamente en la literatura (Clemente et al., 2019) y ayuda a entender y cuantificar la magnitud del estímulo de carga externa facilitando el proceso de periodización de la misma. De esta manera, este indicador, permite medir la adaptación física de los jugadores, gestionar de manera más precisa los tiempos de carga y recuperación, optimizar el rendimiento de los jugadores y reducir el riesgo de lesión durante la temporada. Este trabajo tiene como objetivo realizar una revisión de la literatura existente sobre el ratio de carga acumulada en jugadores de fútbol con la intención de proporcionar todo lo necesario para entender en que consiste esta herramienta y describir como se usa en este deporte.

2. METODOLOGÍA

Para esta revisión narrativa, se realizó una búsqueda en bases de datos académicas relevantes, incluyendo PubMed, Scopus, Web of Science y Google Scholar. Las palabras clave seleccionadas para la búsqueda fueron "*ratio*", "*carga acumulada*", "*carga externa*", "*microciclo*", "*fútbol*", "*periodización*", "*demandas de carrera*" y "*partidos*". Estas palabras clave fueron elegidas estratégicamente para abarcar un amplio espectro de estudios que investigan la carga acumulada por los jugadores de fútbol durante la semana de entrenamiento (microciclo) y su relación con la competición.

Se incluyeron todos los artículos y estudios publicados hasta marzo de 2025, priorizando aquellos que abordaban el impacto de las demandas de carrera y carga externa. Para la selección de los artículos, se consideró la relevancia de los estudios en relación con los objetivos de la revisión, así como su calidad metodológica. Se incluyeron investigaciones experimentales y estudios de caso. El proceso de selección de los estudios buscó garantizar la inclusión de investigaciones que mostraran la realidad de uso del ratio de carga acumulada en jugadores de fútbol ofreciendo una clara descripción de la organización y distribución de las diferentes variables que componen la carga externa en relación a las exigencias de estas mismas variable en los partidos.

Para seleccionar los artículos de esta revisión, se tuvieron en cuenta aquellos que abordaban el ratio de carga externa acumulada de acuerdo a lo establecido por Clemente et al. (2019), $\text{ratio} = \text{carga acumulada en el microciclo} / \text{carga acumulada en la competición}$. Aquellos artículos existentes en la literatura que abordaban de otro tipo de ratio o modificaban este mismo fueron excluido de la revisión. La literatura analizada en este trabajo se organizó en dos secciones: 1) Diferencias generales en el ratio de carga acumulada y 2) Ratio de Carga acumulada dependiendo de la variable estudiada.

3. RESULTADOS

La comparación entre la carga externa acumulada en el microciclo de entrenamiento y la de los partidos de fútbol ha sido un tema

ampliamente investigado en los últimos años (Clemente et al., 2019; de Dios-Álvarez et al., 2022; Stevens et al., 2017). Aunque en general, la carga acumulada durante los partidos tiende a ser más alta que en los entrenamientos, debido a la exigencia física de la competición. A continuación, se explica esta relación a través de la literatura científica publicada sobre este tema.

3.1. DIFERENCIAS GENERALES EN EL RATIO DE CARGA ACUMULADA

La adecuada distribución de la carga externa durante la semana de entrenamiento es esencial para optimizar el rendimiento en los partidos, evitando tanto el sobreentrenamiento como la fatiga excesiva (Gabbett, 2016). La carga de entrenamiento debe ser planificada cuidadosamente para equilibrar las sesiones de alta y baja intensidad, permitiendo que los jugadores se adapten a las demandas físicas del juego sin comprometer su rendimiento en la competición (Zurutuza et al., 2017). De acuerdo con previos autores (de Dios-Álvarez et al., 2022), la carga acumulada en los entrenamientos debe estar alineada con la carga del partido, de modo que los jugadores no experimenten una fatiga excesiva que afecte su rendimiento competitivo. Varios estudios han examinado el ratio de carga acumulada durante el microciclo de entrenamiento relacionándolo con la competición. Una de las principales ideas que nos muestra la literatura específica es que existe una mayor sobrecarga, acumulando mayor carga externa, en los partidos oficiales respecto a los entrenamientos, aunque esta diferencia dependerá del tipo de entrenamiento o la longitud de los microciclos, ya que estos aspectos influirán en las variaciones observadas (Clemente et al., 2019). En un estudio publicado sobre la relación entre la carga de entrenamiento y la fatiga, los autores concluyeron que, aunque los entrenamientos de alta intensidad pueden acercarse a los niveles de carga de los partidos, la carga acumulada en las sesiones realizadas durante un microciclo normal de entrenamiento tienen generalmente un menor requerimiento que la carga externa que exige un partido completo (Zurutuza et al., 2017). Aunque como se viene comentando, la carga de la competición tiene a ser mayor, sesiones de entrenamientos específicas enfocadas que tienen como objetivo alcanzar un estímulo de entrenamiento elevado, como

son aquellas en las que se llevan a cabo ejercicios que implican secuencias de sprints repetidos o ejercicios que tienen como objetivo la acumulación de gran cantidad de metros a alta velocidad, pueden generar cargas cercanas a las de un partido o incluso superarlas (J. A. Asian-Clemente et al., 2022). A la hora de comprar las tareas de entrenamientos con los partidos, hay que tener en cuenta que en muchas ocasiones estas tareas tienen a provocar un estímulo mayor en un menor tiempo posible, lo que implica una mayor carga relativa (J. Asian-Clemente et al., 2024; J. A. Asian-Clemente et al., 2022), pero en términos absolutos de la sesión difícilmente suelen alcanzar las exigencias constante de un partido de 90 minutos. Por esta razón es importante analizar el ratio de carga acumulada y no sólo es un entrenamiento o sesión sino de todo el microciclo de entrenamiento. En este sentido, Zurutuza et al. (2017) afirmaron que durante el microciclo de entrenamiento se suele sobrepasar en más de un 100% la carga soportada durante la competición.

En línea con estos resultados otros autores (Clemente et al., 2019), también afirmaron el ratio de carga acumulada del microciclo podía ser hasta 2 o 4 veces mayor que la carga acumulada en la competición dependiendo de la variable de carga externa analizada. Uno de los aspectos importantes que estudiaron estos autores, no sólo era que el ratio de carga acumulada era mayor, sino que también afirmaron que este ratio era dependiente del número de sesiones que componían el microciclo de entrenamiento, de forma que cuanto mayor número de sesiones componían el microciclo, mayor era este ratio. Clemente et al. (2019) revelaron que microciclos con cinco sesiones de entrenamientos mostraban estadísticamente mayor ratio de carga acumulada que microciclos con tres y cuatro sesiones. Este aspecto es clave para los entrenadores y preparadores físicos, ya que deben entender que, si tienen mayor cantidad de sesiones en su microciclo, sus jugadores acumularan una mayor carga de entrenamiento y por consiguiente una mayor fatiga. Por esta razón un adecuado manejo de la fatiga y recuperación es fundamental para evitar sobre entrenamiento o posibles lesiones. Otro estudio llevado a cabo con jóvenes jugadores profesionales de una misma academia (de Dios-Álvarez et al., 2022), comparó la carga externa acumulada en los partidos con la que los jugadores acumularon en los diferentes

días de la semana. Durante el estudio de 4 microciclos similares estos autores demostraron que, de manera general, existe una tendencia a aumentar de manera progresiva la carga externa desde el MD+1 hasta el MD-3 con una reducción en los días previos al partido (MD-2 y MD-1). Estos autores también afirmaban que el pico de mayor carga externa del microciclo se conseguía normalmente en el MD-3 mientras que el día de menor carga externa acumulada era el MD-1 (de Dios-Álvarez et al., 2022). Igualmente, otro estudio llevado a cabo con jugadores profesionales de la primera división holandesa reportó que a medida que se acerca el partido la carga externa acumulada por los jugadores disminuye (Stevens et al., 2017). Este mismo trabajo también demostró un aspecto muy importante sobre la carga acumulada en el microciclo de entrenamiento como es la diferencia entre jugadores titulares y suplentes, reportando que el entrenamiento llevado a cabo por los jugadores suplentes en el día post-partido (MD+1) conlleva una menor carga acumulada en comparación con el resto de días del microciclo, especialmente el MD-4, contribuyendo esto a una menor carga acumulada durante la semana de entrenamiento por los jugadores suplentes respecto a los titulares (Stevens et al., 2017).

Otro aspecto interesante relacionado con la carga externa acumulada por los jugadores durante el microciclo es el estudio del ratio de carga acumulada dependiendo de la posición que los jugadores ocupan en el sistema de juego. Teniendo en cuenta que la posición del jugador es uno de los elementos que se ha mostrado como más influyente en las demandas de carrera (J. Asian-Clemente et al., 2022; Di Salvo et al., 2009), el estudio del ratio por posiciones es un aspecto clave para preparadores físicos y entrenadores (Beato et al., 2024; Hasan et al., 2021; Kokstejn et al., 2024). Estudios previos han demostrado que los mediocampistas exteriores alcanzan las mayores velocidades máximas de carrera durante los partidos, y esta posición, junto con los mediocampistas, también experimenta más aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad (Fahey et al., 2023; Martin-Garcia et al., 2019). Además, se ha mostrado que los defensores centrales generalmente exhiben menores demandas de carrera en comparación con otras posiciones (Beato et al., 2024). Hasta la fecha, dos estudios han analizado el ratio de carga acumulada

por jugadores, diferenciando por posiciones de juego. Uno de ellos (Modric et al., 2021), al comparar el rendimiento de carrera en los partidos, encontraron que la distancia total promedio cubierta en las sesiones de entrenamiento semanales fue 1.74 veces mayor para los mediocampistas centrales, 1.81 veces mayor para los mediocampistas exteriores, 1.80 veces para los laterales, 2.04 veces para los defensores centrales y 2.05 veces para los delanteros. La distancia cubierta a alta intensidad semanalmente para los laterales y defensores centrales fue mayor (1.05 y 1.30 veces, respectivamente), mientras que para los mediocampistas centrales, mediocampistas exteriores y delanteros fue menor (0.63, 0.81 y 0.77, respectivamente) en comparación con los valores de los partidos. La carga de aceleración/desaceleración fue mayor en las sesiones de entrenamiento semanales en comparación con los valores de los partidos. Específicamente, el ratio entrenamiento/partido fue de 2.09 para el número total de aceleraciones, 1.87 para el número total de desaceleraciones, 2.01 para las aceleraciones de alta intensidad y 1.47 para las desaceleraciones de alta intensidad. Igualmente, otro grupo de autores (Kokstejn et al., 2024), analizando jóvenes jugadores élite de la República Checa, encontraron que el ratio de carga acumulada era dependiente de la posición. Además, estos autores destacaron en su estudio que la intensidad de los entrenamientos, teniendo en cuenta las demandas globales de los jugadores (en este caso sin diferenciar posiciones) rondaba el 76% de las demandas del partido siendo insuficiente para estimular aquellas variables de carga externa de mayor intensidad.

3.2. RATIO DE CARGA ACUMULADA DEPENDIENDO DE LA VARIABLE ESTUDIADA

Aunque Una vez revisada la literatura que explica las diferencias en la carga externa acumulada en jugadores en relación con la competición es importante entender como son estas diferencias y en que variables se acentúan más. En microciclos más largos (por ejemplo, de 10 días o más), como indica un trabajo previamente publicado (Kokstejn et al., 2024), es posible que el ratio de carga de entrenamiento a partido disminuya, ya que se puede incluir más tiempo de recuperación entre sesiones de alta intensidad. Esto permite a los entrenadores equilibrar mejor la carga física de los jugadores y reducir el riesgo de fatiga excesiva

antes de los partidos. Teniendo en cuenta que variables de carga externa como la distancia recorrida, número de sprints, aceleraciones y deceleraciones, tienen un impacto directo en el rendimiento de los jugadores, tanto en los entrenamientos como en los partidos, varios estudios han cuantificado estas variables para determinar cómo se comparan los entrenamientos con los partidos en términos de intensidad y carga externa. A continuación, se presenta un análisis de las diferencias en los ratios de estas variables de acuerdo a los estudios especializados que han sido publicados hasta la fecha. considerados.

3.2.1. Distancia Total Recorrida.

Uno de los principales indicadores de la carga externa es la distancia total recorrida durante un partido o entrenamiento. El análisis de la distancia total recorrida revela importantes diferencias entre los entrenamientos y los partidos, ya que los partidos de fútbol suelen implicar un esfuerzo continuo durante 90 minutos, mientras que los entrenamientos son sesiones estructuradas con períodos de descanso. Al analizar la distancia recorrida en entrenamientos y partidos. Un grupo de autores (Zurutuza et al., 2017) observaron que la distancia recorrida en los partidos de competición es diferente a la acumulada en los entrenamientos, mientras que en su estudio los jugadores recorrieron una distancia total media de 9061.5 ± 935.5 m durante los partidos, estos mismos jugadores acumularon durante el microciclo un 151.4% de media durante la semana, lo que conlleva un ratio de carga acumulada 1.5 veces mayor en las sesiones de entrenamiento. Por lo que, aunque el partido pueda suponer un importante estímulo a nivel de distancia cubierta para los jugadores, los jugadores durante la semana acaban acumulando mayor cantidad de kilómetros durante el microciclo. Estos resultados son consistentes con los hallazgos reportados por otros autores que han mostrado que el ratio de carga acumulada en relación a la distancia cubierta es mayor en las sesiones de entrenamientos que en los partidos siendo variando entre 2.5 y 2.7 en el artículo llevado a cabo por Stevens et al. (2017) y de 1.87 en el artículo de Modric et al. (2021). Igualmente, se ha demostrado que aunque se diferencien los microciclos de entrenamientos dependiendo de la magnitud de carga acumulada en ellos, tanto

en los microciclos de baja carga como en los de media y alta carga acumulada el ratio para la distancia total será mayor a 1 siendo de 1.86, 2.51 y 2.90 respectivamente (Kanaras et al., 2024).

3.2.2. Sprint y Alta Intensidad.

Los sprints y las acciones de alta intensidad son aspectos fundamentales del juego del fútbol (Faude et al., 2012), por esta razón entender su comportamiento durante el microciclo de entrenamiento en relación a la competición es clave. Aunque en la literatura se ha mostrado que la variable distancia cubierta se sobreentrena durante la semana, el comportamiento reportado para las variables sprint y alta velocidad no parece estar del todo claro. Algunos trabajos ya comentados a lo largo de este capítulo han indicado que los entrenadores tienen a entrenar en menor medida estas variables durante los entrenamientos, reportando de esta manera ratios de carga acumulada menores para estas variables en comparación con los ratios obtenidos para la variable distancia total (Clemente et al., 2019; Modric et al., 2021). Igualmente, otro estudio (Zurutuza et al., 2017) afirmó que durante la semana sólo se acumula el 48.7% de la alta velocidad que se acumula en los partidos. Otros autores en cambio encontraron ratios mayores. Kokstejn et al. (2024) informó que los ratios de carga acumulada para la alta velocidad y sprint oscilaban entre 1.8-2.3 y 1.6-3.5, respectivamente. Algo menores fueron los ratios encontrados por De Dios-Álvarez et al., (2022), quienes obtuvieron ratios de 1.2 para la alta velocidad y 0.9 para el sprint. Por su parte, Kanaras et al. (2024) afirmó que un ratio de 1.43 sería el óptimo para entrenar la alta velocidad durante el microciclo de entrenamiento. Las diferencias encontradas en relación a los ratios de carga acumulada durante estos microciclos pueden deberse a las diferencias metodológicas existentes en cada uno de los estudios analizados por lo que estos datos deben ser interpretados con cautela.

3.2.3. Aceleraciones y Deceleraciones.

Las aceleraciones y deceleraciones son otros indicadores cruciales de la carga externa, ya que reflejan la capacidad del jugador para responder rápidamente a los cambios de velocidad que el juego requiere. Estas

acciones son fundamentales durante los partidos, pero pueden variar según el diseño del entrenamiento. De manera general se podría afirmar que las aceleraciones y deceleraciones son otras variables que se sobre estimulan durante los entrenamientos de fútbol. El frecuente uso de juegos reducidos (conocidos en la literatura específica como Small-Sided Games) hace que los jugadores tengan que enfrentarse y desenvolverse en espacios de menor tamaño del que disponen en los partidos provocando esto la aparición de mayor cantidad de aceleraciones y deceleraciones (Silva et al., 2023). Un estudio encontró que el ratio de carga acumulada para las aceleraciones y deceleraciones fue 3.5 y 3.3 respectivamente (de Dios-Álvarez et al., 2022). Igualmente, otro estudio encontró ratios que oscilaban entre 2.42 y 4.45 para las aceleraciones y entre 2.28 y 3.94 para las deceleraciones (Kanaras et al., 2024). Zuru-tuza et al. (2017) anunció que ambas variables se sobre-entrenaban en las sesiones de entrenamiento alcanzando en torno a un 50% más en los entrenamientos que en los partidos.

4. CONCLUSIONES

En resumen, los estudios revisados demuestran que la carga externa acumulada durante la semana de entrenamiento suele ser superior a la carga acumulada en el partido, aunque estos ratios pueden variar dependiendo de diferentes factores como las sesiones de entrenamiento disponibles durante el microciclo o la posición ocupada por los jugadores en el sistema de juego. Durante la semana, los entrenamientos en los que mayor carga se acumula y por lo tanto mayor ratio tienen es el MD-3 y el MD-4, teniendo de manera general al final de semana (MD-2 y MD-1) todos los equipos a disminuir la carga. Especial atención también se debe prestar al estatus de los jugadores, titulares o suplentes, ya que a lo largo de este capítulo también se ha demostrado como el entrenamiento complementario del jugador suplente (MD+1) no llega a ser un estímulo suficientemente grande como para igualar la carga entre ellos. Respecto al ratio de carga acumulada dependiendo de la variable de carga externa estudiada, se puede afirmar que las variables distancia total cubierta, aceleraciones y deceleraciones tienden a sobre entrenarse en mayor medida durante la semana de entrenamiento obteniendo

mayores ratios, mientras que las variables sprint y alta velocidad suelen tener menor ratio aunque los estudios publicados atendiendo a estas dos variables muestran resultados muy diferentes. Este análisis subraya la necesidad de los entrenadores de ajustar los microciclos de entrenamiento para simular adecuadamente las demandas del partido, asegurando que los jugadores estén preparados para manejar estas exigencias físicas sin comprometer su recuperación o rendimiento a largo plazo.

5. REFERENCIAS

- Anderson, L., Orme, P., Di Michele, R., Close, G. L., Morgans, R., Drust, B., & Morton, J. P. (2016). Quantification of training load during one-, two- and three-game week schedules in professional soccer players from the English Premier League: implications for carbohydrate periodisation. *Journal of Sports Sciences*, 34(13), 1250–1259. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1106574>
- Asian-Clemente, J. A., Rabano-Muñoz, A., Requena, B., & Suarez-Arrones, L. (2022). High-speed Training in a Specific Context in Soccer: Transition Games. *International Journal of Sports Medicine*, 43(10), 881–888. <https://doi.org/10.1055/a-1794-9567>
- Asian-Clemente, J., Rabano-Muñoz, A., Suarez-Arrones, L., & Requena, B. (2024). Analysis of Differences in Running Demands between Official Matches and Transition Games of Young Professional Soccer Players according to the Playing Position. *Journal of Human Kinetics*, 92.
- Asian-Clemente, J., Suarez-Arrones, L., Requena, B., & Santalla, A. (2022). Influence of Tactical Behaviour on Running Performance in the Three Most Successful Soccer Teams During the Competitive Season of the Spanish First Division. *Journal of Human Kinetics*, 82, 135–144. <https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0040>
- Beato, M., Youngs, A., & Costin, A. J. (2024). The Analysis of Physical Performance During Official Competitions in Professional English Football: Do Positions, Game Locations, and Results Influence Players' Game Demands? *Journal of Strength & Conditioning Research*, 38(5), e226–e234. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004717>
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N. T. (2017). Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-161-S2-170. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2017-0208>

- Clemente, F. M., Rabbani, A., Conte, D., Castillo, D., Afonso, J., Truman Clark, C. C., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). Training/Match External Load Ratios in Professional Soccer Players: A Full-Season Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(17), 3057. <https://doi.org/10.3390/ijerph16173057>
- de Dios-Álvarez, V., Alkain, P., Castellano, J., & Rey, E. (2022). Accumulative Weekly External and Internal Load Relative to Match Load in Elite Male Youth Soccer Players. *Pediatric Exercise Science*, 34(3), 119–124. <https://doi.org/10.1123/pes.2021-0048>
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of High Intensity Activity in Premier League Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(03), 205–212. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1105950>
- Douchet, T., Christos, P., Christopher, C., & Nicolas, B. (2024). Influence of a Modified versus a Typical Microcycle Periodization on the Weekly External Loads and Match Day Readiness in Elite Academy Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 133–144. <https://doi.org/10.5114/jhk/182984>
- Douchet, T., Paizis, C., Carling, C., Cometti, C., & Babault, N. (2023). Typical weekly physical periodization in French academy soccer teams: a survey. *Biology of Sport*, 40(3), 731–740. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.119988>
- Fahey, J. T., Aldred, K., Greig, M., & Rhodes, D. (2023). Peak Running Speeds in Professional Male Football: Influence of Division and Playing Position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(3), 636–640. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004298>
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 625–631. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.665940>
- Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273–280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- Gualtieri, A., Vicens-Bordas, J., Rampinini, E., Ferrari Bravo, D., & Beato, M. (2024). Three-, Four-, and Five-Day Microcycles: The Normality in Professional Football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 19(10), 987–995. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2024-0144>
- Hasan, U. Ch., Silva, R., & Clemente, F. M. (2021). Weekly variations of biomechanical load variables in professional soccer players: comparisons between playing positions. *Human Movement*, 22(3), 19–34. <https://doi.org/10.5114/hm.2021.100321>

- Houtmeyers, K. C., Vanrenterghem, J., Jaspers, A., Ruf, L., Brink, M. S., & Helsen, W. F. (2021). Load Monitoring Practice in European Elite Football and the Impact of Club Culture and Financial Resources. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.679824>
- Kanaras, V., Michailidis, Y., Mandroukas, A., Stafylidis, A., Vardakis, L., Kyranoudis, A. E., Christoulas, K., Gissis, I., & Metaxas, T. I. (2024). Weekly External Load Correlation in Season Microcycles with Game Running Performance and Training Quantification in Elite Young Soccer Players. *Sensors*, 24(14), 4523. <https://doi.org/10.3390/s24144523>
- Kokstejn, J., Vampola, J., Musalek, M., Grobar, M., & Stastny, P. (2024). The Ratio between Weekly Training and Match External Physical Loads in U17 Elite Youth Soccer Players: Implications for the Training Process. *Journal of Sports Science & Medicine*, 23(1), 107–113. <https://doi.org/10.52082/jssm.2024.107>
- Malone, J. J., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. P., & Drust, B. (2015). Seasonal Training-Load Quantification in Elite English Premier League Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 489–497. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0352>
- Mandorino, M., Tessitore, A., & Lacome, M. (2024). Loading or Unloading? This Is the Question! A Multi-Season Study in Professional Football Players. *Sports*, 12(6), 148. <https://doi.org/10.3390/sports12060148>
- Martin-Garcia, A., Castellano, J., Diaz, A. G., Cos, F., & Casamichana, D. (2019). Positional demands for various-sided games with goalkeepers according to the most demanding passages of match play in football. *Biology of Sport*, 36(2), 171–180. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2019.83507>
- Miguel, M., Oliveira, R., Loureiro, N., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2021). Load Measures in Training/Match Monitoring in Soccer: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2721. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052721>
- Modric, T., Versic, S., & Sekulic, D. (2021). Relations of the Weekly External Training Load Indicators and Running Performances in Professional Soccer Matches. *Sport Mont*, 19(1), 31–37. <https://doi.org/10.26773/smj.210202>
- Morgans, R., Orme, P., Anderson, L., Drust, B., & Morton, J. P. (2014). An intensive Winter fixture schedule induces a transient fall in salivary IgA in English premier league soccer players. *Research in Sports Medicine (Print)*, 22(4), 346–354. <https://doi.org/10.1080/15438627.2014.944641>

- Noor, D., McCall, A., Jones, M., Duncan, C., Ehrmann, F., Meyer, T., & Duffield, R. (2019). Transitioning from club to national teams: Training and match load profiles of international footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(8), 948–954.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.02.006>
- Oliva-Lozano, J. M., Gómez-Carmona, C. D., Fortes, V., & Pino-Ortega, J. (2022). Effect of training day, match, and length of the microcycle on workload periodization in professional soccer players: a full-season study. *Biology of Sport*, 39(2), 397–406.
<https://doi.org/10.5114/biolSport.2022.106148>
- Oliva-Lozano, J. M., Muyor, J. M., Fortes, V., & McLaren, S. J. (2021). Decomposing the variability of match physical performance in professional soccer: Implications for monitoring individuals. *European Journal of Sport Science*, 21(11), 1588–1596.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1842513>
- Rebelo, A., Brito, J., Seabra, A., Oliveira, J., Drust, B., & Krstrup, P. (2012). A new tool to measure training load in soccer training and match play. *International Journal of Sports Medicine*, 33(4), 297–304.
<https://doi.org/10.1055/s-0031-1297952>
- Silva, H., Nakamura, F. Y., Beato, M., & Marcelino, R. (2023). Acceleration and deceleration demands during training sessions in football: a systematic review. *Science and Medicine in Football*, 7(3), 198–213.
<https://doi.org/10.1080/24733938.2022.2090600>
- Stevens, T. G. A., de Ruiter, C. J., Twisk, J. W. R., Savelsbergh, G. J. P., & Beek, P. J. (2017). Quantification of in-season training load relative to match load in professional Dutch Eredivisie football players. *Science and Medicine in Football*, 1(2), 117–125.
<https://doi.org/10.1080/24733938.2017.1282163>
- Teixeira, J. E., Forte, P., Ferraz, R., Leal, M., Ribeiro, J., Silva, A. J., Barbosa, T. M., & Monteiro, A. M. (2021). Monitoring Accumulated Training and Match Load in Football: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 3906.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18083906>
- Weston, M. (2018). Training load monitoring in elite English soccer: a comparison of practices and perceptions between coaches and practitioners. *Science and Medicine in Football*, 2(3), 216–224.
<https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1427883>
- Zurutuza, U., Castellano, J., Echeazarra, I., & Casamichana, D. (2017). Absolute and Relative Training Load and Its Relation to Fatigue in Football. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00878>

EFFECTOS DE LA FATIGA POR SALTOS Y CARRERA, Y SU INFLUENCIA EN LA TRANSICIÓN MARCHA A CARRERA EN ADULTOS JOVENES FÍSICAMENTE ACTIVOS

LEONARDO LAGOS-HAUSHEER

Escuela de Kinesiología, Universidad Santo Tomás, Concepción, Chile

CLAUDIO SANHUEZA

Everesting Sport, Concepción, Chile

Escuela de Kinesiología, Universidad Santo Tomás, Concepción, Chile

PEDRO PINTO

Escuela de Kinesiología, Universidad Santo Tomás, Concepción, Chile

1. INTRODUCCIÓN

La locomoción humana es una habilidad compleja que combina patrones rítmicos y coordinados para lograr un desplazamiento eficiente. Entre estos patrones, destaca la transición espontánea entre caminar y correr, conocida como velocidad personal de transición marcha-carrera (PST), definida como el punto durante la locomoción en el que el sujeto decide cambiar de caminar a correr, aun cuando físicamente pueda continuar caminando a velocidades mayores (Hreljac et al., 2001; Hagio et al., 2015). Esta decisión se considera personal y altamente variable entre individuos, lo cual ha suscitado interés en comprender los factores biomecánicos, neuromusculares y energéticos que la determinan (Kung et al., 2018).

Dentro de las herramientas utilizadas para evaluar el estado físico y la respuesta al ejercicio, los test de esfuerzo representan una estrategia ampliamente validada tanto en el ámbito clínico como deportivo. Estas pruebas permiten medir el rendimiento aeróbico, la capacidad funcional y la recuperación ante diferentes cargas, siendo fundamentales en el diseño de programas de entrenamiento y rehabilitación (Lagos-Hausheer et al., 2023). Dependiendo del objetivo, pueden adoptar formatos

máximos o submáximos, en cicloergómetro o en tapiz rodante, siendo este último especialmente útil para analizar la transición locomotora en condiciones controladas. En este contexto, el uso de protocolos incrementalmente progresivos permite identificar umbrales fisiológicos y patrones biomecánicos alterados por la fatiga.

En relación a la velocidad personal de transición marcha-carrera (PST), diversos estudios han mostrado que esta variable se ve influenciada por factores biomecánicos, metabólicos y neuromusculares (Hreljac et al., 2001; Diedrich & Warren, 1995). La PST constituye un marcador funcional útil no solo para describir el comportamiento locomotor espontáneo, sino también para evaluar la eficiencia y adaptabilidad del sistema músculo-esquelético ante distintas demandas. Investigaciones recientes, como la de Lagos-Hausheer et al. (2023), destacan la utilidad de la PST como parámetro de análisis en entornos deportivos y clínicos, sugiriendo que alteraciones en este valor podrían reflejar estados de fatiga, deterioro funcional o recuperación incompleta. Pese a su potencial, existe escasa evidencia sobre cómo diferentes tipos de fatiga inducida afectan la PST, lo que motivó el desarrollo del presente estudio.

La transición PST está determinada por múltiples factores como la longitud de las piernas, la frecuencia de zancada, la cadencia, la oscilación del centro de masa, entre otros (Hansen et al., 2017; Pavei et al., 2014). Una de las teorías más aceptadas para estimar esta transición utiliza el número de Froude, una fórmula adimensional que relaciona la longitud de la pierna con la velocidad de locomoción y la gravedad, y que sugiere que la transición ocurre cuando este número se acerca a 1 (Delattre et al., 2009). Sin embargo, pese al desarrollo teórico, aún persisten vacíos sobre cómo esta transición se ve alterada por factores agudos como la fatiga muscular.

La fatiga muscular también puede entenderse como una disminución transitoria y reversible del rendimiento, asociada a una menor capacidad para generar fuerza y sostener esfuerzos prolongados (Halson, 2014). Desde una perspectiva funcional, se ha propuesto que actúa como un mecanismo de defensa para evitar lesiones o daños estructurales (Niño Hernández, 2012). La fatiga también induce adaptaciones neuromusculares, como alteraciones en el reclutamiento de sinergias

musculares, que pueden modificar el patrón de locomoción, aumentando el gasto energético y la variabilidad motora (Latash & Huang, 2015; Barbieri et al., 2013).

Diversos estudios han demostrado que la fatiga muscular afecta la estabilidad dinámica, la coordinación y la eficiencia de la marcha (Hama-cher et al., 2018). En poblaciones jóvenes activas, estos efectos pueden no ser clínicamente significativos, pero sí relevantes desde el punto de vista del control motor y la prevención de lesiones musculoesqueléticas. La variabilidad motora, entendida como la capacidad del sistema para adaptarse a perturbaciones, puede verse alterada negativamente en condiciones de fatiga, generando mayor esfuerzo neuromuscular para mantener patrones locomotores estables (Latash & Huang, 2015).

En el contexto del deporte y la actividad física, la transición PST cobra especial relevancia. El crecimiento sostenido del número de corredores aficionados y profesionales en Chile y el mundo exige una mejor comprensión de los factores que influyen en la locomoción eficiente y segura (Gil, 2018). Según datos del Ministerio del Deporte de Chile y reportes de maratones, la población que participa en deportes de resistencia ha aumentado, pese a que solo 2 de cada 10 personas cumplen con los mínimos de actividad física recomendados por la OMS (Gil, 2018). Este fenómeno plantea un desafío en términos de prevención de lesiones, ya que muchos de estos deportistas no cuentan con una supervisión técnica adecuada.

Si bien existe abundante literatura sobre los mecanismos biomecánicos y fisiológicos de la marcha y carrera, hay escasos estudios que analicen directamente cómo la fatiga aguda afecta la PST. Estudios previos han sugerido que el tipo de ejercicio realizado (por ejemplo, salto vs trote) podría generar distintos niveles de fatiga y alterar de manera diferencial los patrones locomotores (Heumann & Murray, 2015; Shih et al., 2016). Esto motiva a investigar si la PST es sensible a estas diferencias, especialmente en poblaciones físicamente activas, donde la capacidad de adaptación neuromuscular podría camuflar efectos clínicos o funcionales relevantes.

En este contexto, el presente estudio busca determinar si la fatiga muscular inducida por ejercicio aeróbico afecta la velocidad personal de

transición marcha-carrera en estudiantes universitarios con alto nivel de actividad física, utilizando dos protocolos de inducción de fatiga (treadmill y salto de cuerda). Este enfoque permitirá observar si existen diferencias significativas en la PST pre y post fatiga, aportando evidencia sobre cómo el cuerpo adapta su locomoción en condiciones de esfuerzo y cómo estas adaptaciones podrían informar estrategias de entrenamiento, recuperación y prevención de lesiones (Minetti & Pavei, 2018).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL:

- Determinar el efecto de la fatiga muscular inducida por ejercicio aeróbico sobre la velocidad personal de transición marcha-carrera en estudiantes universitarios con alto nivel de actividad física.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Cuantificar la velocidad personal de transición marcha-carrera (PST) en condiciones de reposo, antes de la aplicación de protocolos de fatiga muscular, utilizando el protocolo PST en cinta trotadora.
- Determinar la PST posterior a la fatiga muscular inducida mediante ejercicio aeróbico en treadmill, evaluando posibles modificaciones respecto al estado basal.
- Determinar la PST posterior a la fatiga muscular inducida mediante ejercicio aeróbico con salto de cuerda, evaluando posibles modificaciones respecto al estado basal.
- Comparar las variaciones de la PST entre las condiciones pre y post fatiga muscular, diferenciando los efectos generados por el protocolo de treadmill versus el protocolo de salto de cuerda.

3. METODOLOGÍA

El presente estudio se diseñó bajo un enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo y diseño preexperimental de tipo longitudinal. Se utilizó una estructura con medición pre y post intervención para evaluar los efectos agudos de la fatiga muscular inducida por ejercicio aeróbico sobre la velocidad personal de transición marcha-carrera en sujetos universitarios físicamente activos.

Este diseño fue seleccionado debido a su aplicabilidad en contextos de laboratorio con recursos limitados y su idoneidad para medir cambios inmediatos en variables funcionales tras una intervención controlada (Mantilla Toloza & Gómez-Conesa, 2007).

3.1. MUESTRA

La muestra estuvo compuesta por varones voluntarios, estudiantes de Kinesiología desde 1ro a 5to año de la Universidad Santo Tomás sede Concepción, Chile. Todos los sujetos presentaban un nivel alto de actividad física, validado mediante el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), versión corta, que clasifica el nivel de actividad como bajo, moderado o alto según el gasto metabólico semanal reportado (Mantilla Toloza & Gómez-Conesa, 2007).

Los criterios de inclusión exigieron una práctica deportiva mínima de seis meses, realizando practica de running o carrera al menos tres veces por semana, con una carga aproximada mínima de 15 km semanales. Se excluyeron individuos con antecedentes de lesiones recientes, alteraciones ortopédicas o condiciones médicas que comprometieran la integridad musculoesquelética, neurológica o cardiovascular.

3.2. LOCACIÓN

Las evaluaciones se llevaron a cabo en la Clínica Kinésica de la Universidad, utilizando instrumental validado. Para el control antropométrico se empleó una balanza electrónica OMRON 514HB, que también permitió estimar el índice de masa corporal (IMC), y un tallímetro análogo integrado a la balanza Charder Medical MS 4900. La temperatura ambiental fue controlada entre 18 °C y 20 °C mediante termómetro

análogo, ya que se ha documentado que temperaturas superiores a 21 °C pueden inducir alteraciones en la frecuencia cardíaca que afectarían la percepción del esfuerzo (Halsen, 2014). Se evitó incorporar alientos verbales en la prueba, tampoco se aceptaron visitas al momento de realizar la prueba. En el caso del treadmill se consideraron estándares tradicionales para pruebas de esfuerzo como: luz de frente, iluminación adecuada, familiarización con treadmill, ventanas o corrientes de aire que mantengan la temperatura planificada. Dentro de los resguardos de seguridad de contemplaron apagados automáticos del treadmill, evaluadores atrás del corredor por posibles caídas, y una cercanía no mayor a 40 metros con un desfibrilador automático.

3.3. PROTOCOLO GENERAL

El protocolo experimental consistió en tres etapas:

- (1) determinación de la PST basal,
- (2) aplicación de uno de los protocolos de fatiga (treadmill o salto), y
- (3) reevaluación de la PST posterior a la fatiga.

Para evitar el sesgo de aprendizaje los sujetos fueron asignados aleatoriamente a cada protocolo mediante el software EPIDAT 4.1, con un intervalo mínimo de una semana entre sesiones para evitar efectos acumulativos.

3.4. DETERMINACIÓN PST

La PST se determinó utilizando un protocolo incremental en treadmill, en el cual se aumentaba la velocidad en incrementos de 0,1 m/s hasta que el sujeto indicara preferir correr en tres ocasiones consecutivas (Hreljac et al., 2001).

Durante la evaluación de la PST, ni el evaluador principal ni el sujeto tenían acceso visual a la velocidad del treadmill. Un segundo evaluador, ubicado en otra posición, registraba los datos mediante una cámara de video Kayeton KYT-U400 (330 fps) y metrónomo digital para validar la velocidad exacta en cada momento. Este procedimiento se diseñó para evitar sesgos de expectativa o aprendizaje. La primera velocidad a la que el sujeto optaba por correr se consideró su PST (Hagio et al., 2015).

INDUCCIÓN DE FATIGA MUSCULAR

Se crearon dos protocolos para indicar la fatiga muscular, uno enfocado en el trabajo horizontal para lo cual se usó el treadmill; y otro enfocado en el trabajo vertical para lo cual se utilizaron saltos. En el caso del treadmill se aceptó el sesgo inercial del motor puesto que el motivo el protocolo no era conocer la velocidad máxima ni el estado de fatiga central, si no, el efecto agudo que este protocolo puede tener sobre PST.

Del mismo modo, se acepto el uso de extremidades superiores en los saltos.

En el protocolo de treadmill, el sujeto trotó durante 2 minutos a 8 km/h, incrementando la velocidad en 2 km/h cada 30 segundos hasta alcanzar el 90 % de su frecuencia cardíaca máxima teórica (calculada como 220 menos la edad). Al alcanzar este umbral, se mantuvo el esfuerzo durante 5 minutos a esa intensidad (Halsen, 2014). Al finalizar, se repitió el protocolo PST.

Protocolo en Treadmill

Se trató de un ejercicio para inducir fatiga muscular en sentido horizontal. Para comenzar, se le explica al sujeto de prueba que el calentamiento a realizar previo al ejercicio será el realizado en el protocolo de la obtención de la PST. Se le indica que, una vez terminado el calentamiento, comienza la inducción a la fatiga en un proceso que se divide en dos partes; la primera que consta de 2 minutos de trote sobre el treadmill a una velocidad de 8 km/h, velocidad que irá aumentando progresivamente en 2 km/h cada 30 segundos durante los 2 minutos o hasta alcanzar una frecuencia cardíaca del 90% de la FC máxima teórica. Una vez que el sujeto llega a esta frecuencia cardíaca, comienza la segunda parte del ejercicio en donde se sigue el ejercicio a la velocidad en que alcanzó esta FC, durante 5 minutos, tiempo en que se detendrá el ejercicio. Luego de terminado el ejercicio, se volverá a tomar la PST para determinar su variabilidad post fatiga.

Protocolo Salto de Cuerda

Es conocido que los humanos tenemos la capacidad coordinativa de seguir ritmos. Es por esto que, en el protocolo de salto de cuerda se utilizó un metrónomo para controlar la cadencia, comenzando con 130 BPM y aumentando 10 BPM cada 30 segundos durante 2 minutos. Al alcanzar el 90 % de la FC máxima, se mantenía la frecuencia alcanzada durante 5 minutos. Este protocolo fue escogido por su exigencia en el plano vertical y por su conocida implicancia en la fatiga de gastrocnemios y sóleo, tal como han señalado Heumann y Murray (2015). Tras el protocolo, se evaluó nuevamente la PST.

Para comenzar la inducción de fatiga muscular con ejercicio aeróbico en sentido vertical, se le explica al sujeto de prueba que el calentamiento a realizar previo al ejercicio será el realizado en el protocolo de la obtención de la PST. Se le indica que, una vez terminado el calentamiento, comienza la inducción a la fatiga en un proceso que se divide en dos partes; una primera parte en donde durante 2 minutos el sujeto deberá saltar la cuerda a una frecuencia de 130 BPM tomada por un metrónomo, frecuencia que irá aumentando en 10 BPM cada 30 segundos durante estos 2 minutos, hasta lograr que el sujeto llegue a una FC del 90% de su FC máxima teórica. Una vez que el sujeto llega a esta FC, comienza la segunda parte del ejercicio, en donde el sujeto deberá seguir saltando la cuerda a la frecuencia de salto en BPM con que llegó al 90% de su FC máxima teórica, durante 5 minutos, tiempo en que se detendrá el ejercicio. Luego de terminado el ejercicio, se volverá a tomar la PST para determinar su variabilidad post fatiga.

ESTADÍSTICA

El análisis estadístico se realizó con el software SPSS v20.0. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de las variables. Al confirmarse la distribución normal, se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas, comparando las PST pre y post en ambos protocolos. Además, se calculó el tamaño del efecto mediante el estadístico d de Cohen, interpretando los resultados según las categorías

de efecto pequeño ($d = 0,2$), medio ($d = 0,5$) y grande ($d = 0,8$) (Chisholm, 2013; Snyder & Lawson, 1993).

Por último, se evaluó la significancia estadística entre los protocolos (treadmill vs salto) en cuanto a la variación en PST, mediante análisis de varianza (ANOVA). Este enfoque permitió identificar si las diferencias observadas eran atribuibles al tipo de ejercicio realizado, más allá del simple efecto de la fatiga muscular en general. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Santo Tomás y todos los participantes firmaron un consentimiento informado.

4. RESULTADOS

Se reclutó una muestra total de 14 sujetos varones físicamente activos, con una edad promedio de $25,07 \pm 3,67$ años. El peso corporal promedio fue de $72,21 \pm 7,88$ kg y la estatura media de $1,73 \pm 0,07$ m, con un índice de masa corporal (IMC) de $24,35 \pm 0,77$ kg/m². Todos los participantes cumplieron los criterios del nivel alto de actividad física, según el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) (Mantilla Toloza & Gómez-Conesa, 2007).

A continuación, se presentan los valores descriptivos de las tres condiciones medidas(Tabla 1).

TABLA 1. Descriptivos de PST en las distintas condiciones (n=14)

Variable	Min (m/s)	Máx (m/s)	Media (m/s)	DE (m/s)
PST pre-fatiga	1,53	2,44	1,92	0,24
PST post-fatiga treadmill	1,83	2,36	2,10	0,15
PST post-fatiga salto de cuerda	1,72	2,25	1,99	0,15

Al comparar la PST previa con la posterior a la fatiga en treadmill, se observó un aumento del 9,2 % en la velocidad media, sin alcanzar significancia estadística ($p = 0,306$), con un tamaño del efecto pequeño ($d = -0,285$). En la comparación entre la PST previa y posterior al protocolo de salto, se evidenció un aumento del 3,5 %, tampoco significativo ($p = 0,342$), con tamaño del efecto también pequeño ($d = 0,263$)(Tabla

2). Esto sugiere que, si bien hay una tendencia al alza en la PST post-fatiga, las diferencias individuales podrían haber atenuado la significancia estadística.

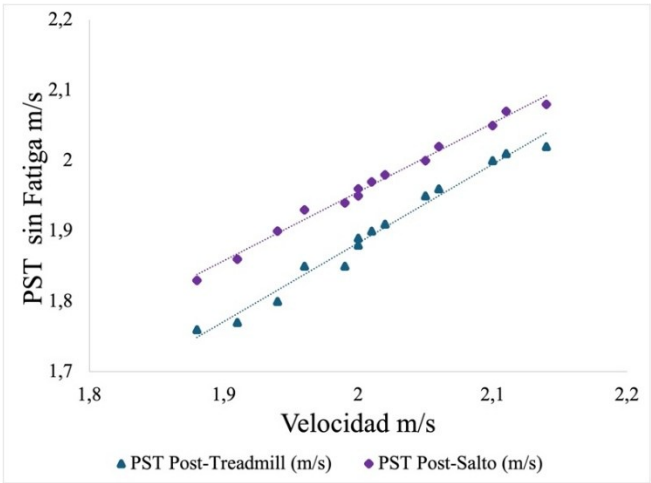
TABLA 2. Comparaciones pareadas de PST (prueba t y tamaño del efecto)

Comparación	Δ (%)	t	p	d de Cohen
Pre-fatiga vs post-fatiga treadmill	+9,2 %	-1,07	0,306	-0,285
Pre-fatiga vs post-fatiga salto	+3,5 %	0,99	0,342	0,263
Post-fatiga treadmill vs salto	-5,4 %	4,34	0,001*	1,159

*p < 0,05, diferencia estadísticamente significativa.

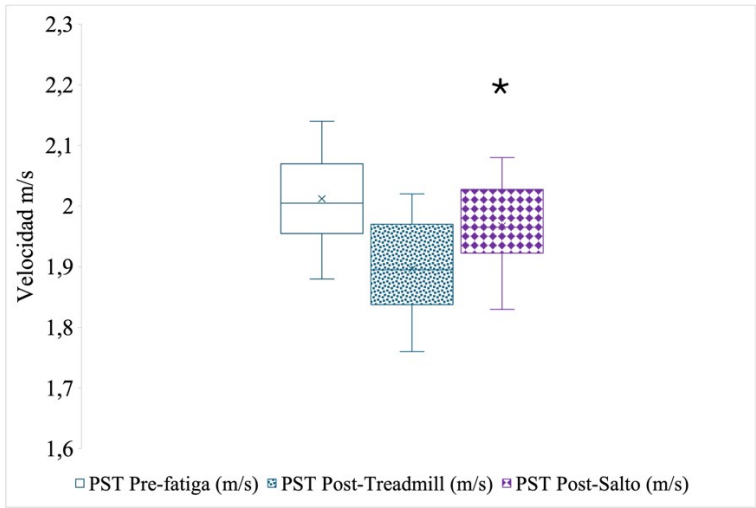
La única comparación que resultó estadísticamente significativa fue entre las PST post-fatiga inducida por treadmill y por salto(Figura 1 y 2), mostrando una diferencia del 5,4 % con un tamaño del efecto grande (d = 1,159). Esta diferencia sugiere que el tipo de ejercicio utilizado para inducir fatiga afecta de manera distinta la PST. Es posible que el componente vertical del salto imponga mayores demandas neuromusculares en musculatura específica del tren inferior, especialmente en gastrocnemios y sóleo, lo cual podría alterar los mecanismos de control motor de forma diferente al estímulo horizontal del treadmill (Heumann & Murray, 2015).

FIGURA 1. Comparación entre PST normal, PST treadmill y PST salto



Fuente: de los autores

FIGURA 2. Comparación entre PST normal sin fatiga(pre-fatiga), post fatiga en treadmill y post fatiga en salto. * Representa diferencia significativa $p < 0.05$ entre PST treadmill y PST en salto.



Fuente: de los autores

5. DISCUSIÓN

Diferentes autores han estudiado la mecánica de la locomoción en diferentes condiciones y poblaciones, particularmente Alexander en 1976, pudo enfocarse en la estimación del cálculo de la velocidad optima de diferentes animales incluidos los humanos. Esta aproximación incorporó una relación alométrica denominada número de Froude(nFr), este número constante normaliza la velocidad optima(nFr= 0,25) y la velocidad de transición marcha- carrera(nFr= 0,5) gracias a la relación entre la longitud de la extremidad, la masa y la gravedad. Basados en la hipótesis que la musculatura de tren inferior puede condicionarse mediante la fatiga para cambiar patrones de locomoción, en este caso la PST, es que se crea esta investigación.

El equipo investigador se propuso analizar el efecto de la fatiga muscular sobre la velocidad personal de transición marcha-carrera (PST) en sujetos con alto nivel de actividad física. La importancia de esta variable radica en que representa un punto de inflexión en la locomoción humana, donde se produce un cambio biomecánico y metabólico

significativo (Minetti et al., 1994). Nuestros hallazgos revelaron que, tras la inducción de fatiga mediante ejercicio aeróbico (treadmill y salto de cuerda), la PST tendió a disminuir, aunque solo el protocolo en treadmill mostró diferencias significativas en comparación con el protocolo de salto, lo cual evidencia la sensibilidad de la PST a factores de fatiga más prolongados o localizados.

Las diferencias encontradas entre ambos protocolos pueden explicarse a partir de la naturaleza fisiológica del estímulo. La fatiga inducida en treadmill consistió en una actividad continua de intensidad moderada durante 15 minutos, que probablemente afectó de manera más global la musculatura involucrada en la locomoción, especialmente los extensores de cadera y flexores plantares. En contraste, el protocolo de salto, aunque exigente, involucró una actividad más segmentaria y con pausas entre series, permitiendo una mejor redistribución del esfuerzo (Parvataneni et al., 2009). Esto es coherente con estudios previos que muestran que la fatiga aeróbica continua tiene mayor impacto sobre los patrones de locomoción que ejercicios intermitentes (Hunter & Enoka, 2003).

Los cambios observados en la PST post-fatiga también pueden vincularse con la alteración de parámetros cinéticos y cinemáticos previamente estudiados en investigaciones similares. Biancardi et al. (2023) reportaron que variables como el tiempo de contacto, el tiempo de vuelo y la tasa de carga presentan correlaciones con la velocidad de carrera, lo que sugiere que una alteración en estas variables por efecto de la fatiga podría modificar también el punto de transición. De hecho, nuestros resultados están en línea con la tendencia decreciente de la PST observada tras la fatiga en treadmill, asociada posiblemente a un incremento en el tiempo de contacto y disminución en la eficiencia mecánica.

La falta de diferencias estadísticamente significativas entre las condiciones pre-fatiga y post-salto de cuerda podría indicar que este protocolo no generó una fatiga suficiente para alterar los mecanismos de control locomotor. Este hallazgo también está respaldado por el tamaño del efecto pequeño ($d = 0.263$), lo cual sugiere que, si bien hubo una disminución promedio del 3.5% en la PST, esta no fue lo suficientemente marcada como para ser clínicamente relevante. Este tipo de análisis es clave para la interpretación funcional de los resultados, considerando

que en investigaciones aplicadas, las diferencias significativas deben ser contextualizadas dentro de su efecto real sobre el rendimiento y la salud.

En cambio, la comparación entre los protocolos post-fatiga en treadmill y salto mostró una diferencia significativa del 5.4% ($p = 0.001$; $d = 1.159$), indicando un efecto fuerte y relevante. Esta observación respalda la hipótesis de que la intensidad y duración del ejercicio aeróbico son determinantes clave en la modificación de la PST. Tal como lo proponen autores como Biancardi et al. (2023), la interacción entre biomecánica y costo energético durante la locomoción puede alterarse de manera sensible en presencia de fatiga, afectando el punto en el que el cuerpo considera más eficiente correr que caminar.

Desde el punto de vista metodológico, el uso de protocolos personalizados para determinar la PST constituye una fortaleza del presente estudio. Tal como lo destaca Diedrich y Warren (1995), la variabilidad interindividual en la transición marcha-carrera es considerable, por lo que utilizar velocidades autoseleccionadas permite una aproximación más realista al comportamiento natural del sujeto. Además, la implementación del protocolo de transición basado en feedback auditivo ha demostrado ser confiable y sensible a pequeñas variaciones en velocidad, según estudios recientes (Lagos-Hausheer et al., 2023).

Una posible explicación biomecánica para la reducción observada en la PST post-fatiga, particularmente en el protocolo de treadmill, radica en la alteración del patrón de activación muscular y en el aumento del tiempo de contacto con el suelo. Tal como describen Biancardi et al. (2023), estos cambios pueden generar un mayor costo energético por unidad de distancia, lo que llevaría al organismo a anticipar la transición a carrera en búsqueda de mayor eficiencia. Esta respuesta adaptativa, mediada por el sistema nervioso central, se relaciona con la teoría del mínimo costo energético propuesta por Minetti et al. (1994), según la cual la locomoción humana tiende naturalmente a adoptar el modo más económico disponible para una determinada velocidad.

Asimismo, es importante considerar el componente perceptivo en la toma de decisiones locomotoras. La literatura sugiere que no solo factores mecánicos, sino también sensaciones subjetivas como la

incomodidad o el esfuerzo percibido, pueden influir en el momento de cambiar de marcha a carrera (Parvataneni et al., 2009). En este sentido, la fatiga podría modificar el umbral perceptivo al que el individuo considera más cómodo correr que caminar, afectando así la PST incluso sin cambios biomecánicos drásticos. Esta interacción entre percepción, control motor y biomecánica destaca la complejidad del fenómeno y la necesidad de abordajes multidimensionales en su estudio.

Resulta relevante mencionar que, si bien este estudio se centró en sujetos jóvenes y físicamente activos, la PST también podría tener aplicaciones relevantes en poblaciones clínicas. Por ejemplo, adultos mayores o pacientes en rehabilitación neuromuscular podrían beneficiarse del uso de la PST como indicador funcional sensible a la mejora o deterioro en el control locomotor. En línea con los planteamientos de Lagos-Hausheer et al. (2023), se propone considerar la PST como un biomarcador de eficiencia locomotora adaptable a diferentes contextos poblacionales, lo cual abre nuevas líneas de investigación aplicadas.

Sin embargo, deben reconocerse algunas limitaciones. El tamaño muestral fue reducido ($n=14$), lo que puede limitar la generalización de los resultados. Si bien, se controló directamente la percepción subjetiva de esfuerzo y la respuesta fisiológica (como frecuencia cardíaca) para conocer llegar al fallo volitivo, no fue posible conocer la fatiga aguda con Lactato o Ergoespiometría. Futuras investigaciones podrían incorporar estas medidas para explorar mecanismos centrales y periféricos de la fatiga asociados a la modificación de la PST.

Finalmente, los resultados de este estudio tienen implicancias prácticas tanto para el entrenamiento como para la rehabilitación. Comprender cómo varía la PST bajo diferentes estados de fatiga permite ajustar programas de ejercicio en función del tipo de estímulo requerido. En poblaciones deportivas, este conocimiento puede ser útil para optimizar las estrategias de progresión de la carga y evitar transiciones ineficientes. En contextos clínicos, podría servir para monitorear la recuperación funcional en pacientes con alteraciones de la marcha, utilizando la PST como indicador sensible del estado neuromuscular.

6. CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio indican que la fatiga muscular inducida por ejercicio aeróbico afecta la velocidad personal de transición marcha-carrera (PST) en sujetos físicamente activos, especialmente cuando se utiliza un protocolo en treadmill, que mostró una disminución significativa en comparación al protocolo de salto. La PST se confirma como un indicador sensible de cambios neuromusculares asociados a la fatiga, con implicancias prácticas tanto en el ámbito deportivo como clínico para la monitorización del rendimiento y la recuperación funcional.

7. AGRADECIMIENTOS

El equipo investigador agradece los valiosos aportes metodológicos de los profesores Néstor Jofré y Javier Freire.

8. REFERENCIAS

- Barbieri, F. A., dos Santos, P. C. R., Vitório, R., van Dieën, J. H., & Gobbi, L. T. B. (2013). Effect of muscle fatigue and physical activity level in motor control of the gait of young adults. *Gait & Posture*, 38(4), 702–707. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.03.011>
- Biancardi, C., Lagos-Hausheer, L., Pequera, G., Castroman, E., Cazot, F., Martinez, E., & Bona, R. (2023). Energetic Cost of Running in Track and Treadmill. In *Proceedings of the 11th International Conference on Sport Sciences Research and Technology Support - icSPORTS* (pp. 173–178). SciTePress. <https://doi.org/10.5220/0012202300003587>
- Chisholm, R. (2013). F1000Prime recommendation of Effect size, confidence interval and statistical significance: A practical guide for biologists. F1000 - Post-publication Peer Review of the Biomedical Literature. <https://doi.org/10.3410/f.717974320.793470285>
- Delattre, N., Lafortune, M. A., & Moretto, P. (2009). Dynamic similarity during human running: About Froude and Strouhal dimensionless numbers. *Journal of Biomechanics*, 42(3), 312–318. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.11.010>
- Diedrich, F. J., & Warren, W. H. (1998). The dynamics of gait transitions: Effects of grade and load. *Journal of Motor Behavior*, 30(1), 60–78. <https://doi.org/10.1080/00222899809601323>

- Gil, G. J. (2018). Deporte y estilos de vida. El running en Argentina. *Antípoda*, 30, 43–63. <https://doi.org/10.7440/antipoda30.2018.03>
- Hagio, S., Fukuda, M., & Kouzaki, M. (2015). Identification of muscle synergies associated with gait transition in humans. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, Article 48. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00048>
- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(S2), 139–147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Hamacher, D., Hamacher, D., Hohnbaum, M., Gerth, K., Schega, L., & Zech, A. (2018). Effects of physical exhaustion on local dynamic stability and automaticity of walking. *Gait & Posture*, 66, 135–138. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.08.031>
- Hansen, E. A., Kristensen, L. A. R., Nielsen, A. M., Voigt, M., & Madeleine, P. (2017). The role of stride frequency for the transition from walking to running in humans. *Scientific Reports*, 7, Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01972-1>
- Heumann, K. J., & Murray, S. R. (2015). Jump rope: “Tricks” of the trade. *Strategies*, 28(5), 3–9. <https://doi.org/10.1080/08924562.2015.1066281>
- Hreljac, A. (1993). Preferred and energetically optimal gait transition speeds in human locomotion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25(10), 1158–1162. <https://doi.org/10.1249/00005768-199310000-00012>
- Hreljac, A., Arata, A., Ferber, R., Mercer, J. A., & Row, B. S. (2001). An electromyographical analysis of the role of dorsiflexors on the gait transition during human locomotion. *Journal of Applied Biomechanics*, 17(4), 287–296. <https://doi.org/10.1123/jab.17.4.287>
- Hunter, S. K., & Enoka, R. M. (2003). Changes in muscle activation can prolong the endurance time of a submaximal isometric contraction in humans. *Journal of Applied Physiology*, 94(1), 108–118.
- Kung, S. M., Fink, P. W., Legg, S. J., Ali, A., & Shultz, S. P. (2018). What determines preferred transition speed in humans? A review of the triggering mechanisms. *Human Movement Science*, 57, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.10.023>
- Lagos-Hausheer, L., Bona, R. L., & Biancardi, C. M. (2023). Effect of auditory feedback on gait transition and energy cost. *Gait & Posture*, 104, 89–96. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.02.006>
- Latash, M. L., & Huang, X. (2015). Neural control of movement stability: Lessons from studies of neurological patients. *Neuroscience*, 301, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.05.075>

- Mantilla Toloza, S. C., & Gómez-Conesa, A. (2007). El Cuestionario Internacional de Actividad Física. Un instrumento adecuado en el seguimiento de la actividad física poblacional. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiológia*, 10(1), 48–52.
[https://doi.org/10.1016/S1138-6045\(07\)73665-1](https://doi.org/10.1016/S1138-6045(07)73665-1)
- Minetti, A. E., Capelli, C., Zamparo, P., di Prampero, P. E., & Saibene, F. (1994). Effects of stride frequency on mechanical power and energy expenditure of walking. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(6), 713–719.
- Parvataneni, K., Ploeg, L., Olney, S. J., & Brouwer, B. (2009). Kinematic, kinetic and metabolic parameters of treadmill versus overground walking in healthy older adults. *Clinical Biomechanics*, 24(1), 95–100.
- Minetti, A. E., & Pavei, G. (2018). Update and extension of the “equivalent slope” of speed-changing level locomotion in humans: A computational model for shuttle running. *The Journal of Experimental Biology*, 221(15), jeb182303. <https://doi.org/10.1242/jeb.182303>
- Niño Hernández, C. A. (2012). Estimación del consumo máximo de oxígeno mediante pruebas de ejercicio maximales y submaximales. *Movimiento Científico*, 6(1), 19. <https://doi.org/10.33881/2011-7191.mct.06102>
- Pavei, G., Cazzola, D., La Torre, A., & Minetti, A. E. (2014). La biomecánica de la carrera: descripción de la literatura y nuevas ideas. *European Journal of Sport Science*, 14(7), 661–670.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2013.878755>
- Shih, Y., Chen, Y.-C., Lee, Y.-S., Chan, M.-S., & Shiang, T.-Y. (2016). Walking beyond preferred transition speed increases muscle activations with a shift from inverted pendulum to spring mass model in lower extremity. *Gait & Posture*, 46, 5–10. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.01.003>
- Snyder, P., & Lawson, S. (1993). Evaluating results using corrected and uncorrected effect size estimates. *The Journal of Experimental Education*, 61(4), 334–349.
<https://doi.org/10.1080/00220973.1993.10806594>

RELACIÓN ENTRE INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS Y PARÁMETROS BIOMECÁNICOS DURANTE EL SPRINT EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES

LEONARDO LAGOS-HAUSHEER

Escuela de Kinesiología, Universidad Santo Tomás, Concepción, Chile

ÁNGELO NAVARRO MEDINA

Escuela de Kinesiología, Universidad Santo Tomás, Concepción, Chile

CARLOS MARTÍNEZ ORREGO

Escuela de Kinesiología, Universidad Santo Tomás, Concepción, Chile

1. INTRODUCCIÓN

La carrera de velocidad constituye una de las expresiones más determinantes del rendimiento físico en deportes colectivos como el fútbol, donde acciones explosivas y breves pueden modificar el curso de una jugada o definir el resultado de un encuentro. En este contexto, el sprint no solo representa una habilidad condicionada por el entrenamiento, sino también una manifestación de múltiples factores fisiológicos, biomecánicos y morfoestructurales. Estudios han demostrado que variables como el índice de masa corporal (IMC), la composición corporal, la masa muscular relativa, la longitud de las extremidades inferiores y la proporción entre segmentos influyen significativamente en la capacidad del atleta para generar fuerza horizontal y alcanzar altas velocidades (Samozino et al., 2016; Haugen et al., 2022). A nivel competitivo, pequeñas diferencias en estos factores pueden traducirse en ventajas importantes en la performance de campo.

El análisis biomecánico del sprint ha sido tradicionalmente abordado desde entornos controlados como laboratorios de biomecánica (Lagos-Hausheer L, Biancardi C & Bona R, et al., 2023) o pistas indoor, utilizando plataformas de fuerza, cámaras de alta velocidad y sistemas de captura de movimiento (Biancardi C, Lagos-Hausheer L, Pequera G.,

2023). Si bien estos métodos proporcionan datos de alta precisión, su aplicación en el terreno deportivo habitual presenta limitaciones logísticas y económicas. En las últimas décadas, la introducción de sensores inerciales portátiles ha revolucionado la evaluación biomecánica en condiciones reales de juego, permitiendo la captura de variables como tiempo de contacto, cadencia, longitud de zancada, pronación y aceleración angular en tiempo real y sin interferir con el desempeño del deportista (Rydzik et al., 2025). Esto ha permitido obtener información valiosa en contextos auténticos, como entrenamientos o partidos, lo que facilita una retroalimentación directa y aplicable.

La relación entre características antropométricas y parámetros cinético-cinemáticos del sprint ha sido tema de interés en diversos estudios recientes. Se ha observado, por ejemplo, que atletas con menor grasa corporal y mayor estatura relativa presentan patrones más eficientes de aceleración y menor tiempo de contacto con el suelo (Ogueta., 2016). Asimismo, la longitud del miembro inferior se ha asociado con mayores longitudes de zancada, lo que puede favorecer una economía de carrera superior (Lagos-Hausheer L, Biancardi C & Bona R., 2020). Sin embargo, la mayoría de estos hallazgos se han reportado en poblaciones de atletas de élite o en condiciones de laboratorio, dejando escasa evidencia en deportistas profesionales de nivel intermedio o en escenarios de práctica cotidiana, como el campo de entrenamiento o la competencia local. Además, se requiere una mejor comprensión de cómo estos factores interactúan con variables dinámicas como la eficiencia de carrera o la mecánica del contacto.

El Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST) es una prueba diseñada para evaluar la potencia anaeróbica y la fatiga muscular en contextos deportivos. Originalmente desarrollado por el *Human Kinetics Movement Science Department* del Reino Unido, este protocolo consiste en realizar seis sprints máximos de 35 metros, separados por intervalos de 10 segundos de recuperación pasiva entre cada repetición (Zagatto et al., 2009). La prueba permite calcular variables como potencia máxima, potencia media, potencia mínima y un índice de fatiga, lo cual la convierte en una herramienta útil para evaluar el rendimiento

anaeróbico intermitente, característico de deportes como el fútbol, rugby o hockey.

La validez del RAST ha sido demostrada en comparación con pruebas estándar de laboratorio como el Wingate Anaerobic Test, encontrando correlaciones significativas entre ambos en poblaciones de deportistas (Zagatto et al., 2009). Además, el RAST ofrece la ventaja de realizarse en campo abierto, con mínima instrumentación y mayor aplicabilidad práctica, sin perder confiabilidad en la medición de la potencia anaeróbica).

En este sentido, la presente investigación busca analizar la relación entre indicadores antropométricos y variables biomecánicas en futbolistas profesionales chilenos, utilizando tecnología inercial en condiciones reales de campo. El estudio propone una aproximación cuantitativa que permita identificar correlaciones significativas entre métricas corporales (como el IMC, el porcentaje de grasa corporal y la longitud del pie) y parámetros cinéticos y cinemáticos claves durante un test de sprint anaeróbico. Se espera que los hallazgos contribuyan no solo al entendimiento teórico del rendimiento deportivo, sino también a optimizar los procesos de entrenamiento, individualizar planes preventivos y promover la evaluación continua en el ámbito futbolístico profesional.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL:

- Relacionar las variaciones de la cinética y cinemática de la carrera de velocidad de futbolistas profesionales con los parámetros antropométricos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Describir las características biomecánicas del sprint mediante sensores inerciales.
- Determinar la asociación entre estatura, peso, IMC, grasa corporal y variables biomecánicas.

3. METODOLOGÍA

El presente es un estudio de tipo Observacional analítico, transversal, con enfoque cuantitativo y alcance correlacional. La muestra correspondió a futbolistas profesionales del Club Deportivo Naval de Talcahuano, Chile. La inclusión al estudio fue probabilístico.

Se determino el tamaño de la muestra utilizando la siguiente formula: $n = (N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q) / [(d^2 \times (N-1) + (Z_{\alpha}^2 \times p \times q)]$ (Reina R., 2017). Tomando en cuenta el tamaño de la población (N). El coeficiente de confianza (Z_{α}) para un 95%. La probabilidad de éxito y fracaso (“p” y “q” respectivamente) y el error máximo admisible escogido en un 5% (d) (Hérendez R., 2014). Este proceso dio como resultado un valor de 20,96 por esta razón el tamaño de la muestra será de 21 jugadores.

Todos los participantes firmaron el documento de comité de ética. Este estudio fue revisado y aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad Santo Tomás, código nº62-19. Se respetó siempre el acuerdo de Helsinki.

3.1. CRITÉRIOS DE SELECCIÓN DE MUESTRA

Criterios de inclusión

- Sujetos inscritos en un plantel de futbol adulto.
- Sujetos de género masculino.
- Sujetos que no refieran lesión que limite su entrenamiento habitual.
- Sujetos del club que aceptaran participar en la investigación y firmen el consentimiento informado.

Criterios de exclusión

Sujetos que se encuentre en mal estado de salud el día de la evaluación. Como por ejemplo problemas gastrointestinales, mareo, dolor de cabeza.

Sujetos que el día de la evaluación presenten lesión cutánea en planta de los pies.

3.2 INSTRUMENTOS

Los instrumentos usados en este estudio fueron un Bioimpedanciómetro OMRON HBF-514c para evaluación antropométrica. Este equipo permite estimar parámetros como el peso, porcentaje de grasa corporal, masa muscular, edad metabólica y nivel visceral de grasa mediante el principio de impedancia bioeléctrica. Su facilidad de uso y portabilidad lo convierten en una herramienta útil para evaluaciones de campo. Tallímetro portátil SECA modelo 213.

Además, Sensores inerciales RunScribe™ Plus para registro biomecánico durante el test RAST. Estos sensores se colocan en el calzado y entregan información sobre tiempo de contacto, pronación, cadencia, impacto (shock) y eficiencia.

FIGURA 1. *RunScribe™ es un sistema de sensores inerciales portátiles que se fijan en el calzado y permiten registrar variables cinemáticas y cinéticas como pronación, tiempo de contacto, potencia y shock durante la carrera. En esta investigación durante el test de RAST.*



Fuente: extraído desde www.runscribe.com

3.3 PROCEDIMIENTO GENERAL

Se siguieron los protocolos recomendados por los fabricantes para la calibración in situ de los equipos utilizados.

Los sujetos firmaron el consentimiento informado

Se registraron datos antropométricos (peso, estatura, IMC, grasa corporal, longitud de pierna, altura de maléolo, largo del pie).

Test de Rast fue realizado al siguiente día de las evaluaciones antropométricas y de la explicación de la prueba.

El día de la prueba se instaló el sensor RunScribe™ en el calzado de cada jugador, y se calibró siempre en cada sujeto.

Se resguardaron las condiciones ambientales de humedad y temperatura.

La franja horaria en que se realizó la prueba siempre fue la misma

Se aplicó el test RAST(Protocolo mencionado más abajo)

Los sujetos que no entendieron la prueba, o que fallaron debieron repetir la prueba otro día.

Protocolo del Test RAST

Preparación del espacio:

Se utilizó una recta de 35 metros de longitud ubicada en la cancha de pasto natural del club Naval de Talcahuano, libre de obstáculos. Se colocaron marcas visibles en los puntos de salida y llegada.

Calentamiento previo:

Se realizó un calentamiento general de al menos 10 a 15 minutos, que incluyó trote suave, movilidad articular y progresiones de sprint.

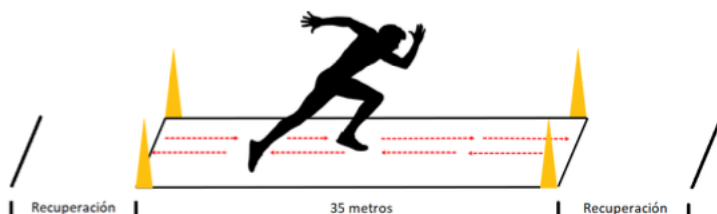
Indicaciones al atleta:

Se instruyó al sujeto para que realice seis sprints máximos de 35 metros, tratando de recorrer la distancia lo más rápido posible. Entre cada sprint, se recuperó caminando por 10 segundos de ida y vuelta dentro de las marcas destinadas para ello(figura 2).

Toma de tiempos:

El tiempo de cada sprint fue registrado mediante cronómetros digitales.

FIGURA 2. El test de RAST (Running-based Anaerobic Sprint Test) consiste en seis sprints de 35 metros realizados con breves intervalos de recuperación, utilizado para evaluar la potencia anaeróbica, la fatiga y el rendimiento de velocidad en deportes intermitentes.



Fuente: modificado desde <https://aesasport.com/wiki/rast>

3.4 VARIABLES DE ESTUDIO

Cadencia

Es el número de pasos por unidad de tiempo. Se mide en pasos por minuto (ppm). En un individuo, cuando aumenta la cadencia se reduce la longitud del paso y se incrementa la velocidad

Tiempo de contacto

Es la duración del contacto del pie con el suelo, se expresa en segundos.

Porcentaje de vuelo

Relación entre el tiempo de vuelo (fase sin contacto con tierra) y el tiempo total del Paso.

Tipo de pisada

Correspondiente al contacto inicial del pie con el suelo, este puede ser descrito como retro pie, medio pie o ante pie.

Velocidad máxima de pronación

La velocidad angular máxima a la que pronar el pie medida entre la pisada y el punto de pronación máxima.

Angulo de pronación

Cuando el calcáneo se inclina sobre su cara interna se habla de pronación, mientras que si lo hace sobre la cara externa se habla de supinación. El ángulo que se suele tomar como referente para la pronación y la supinación es el formado por la línea del tendón de Aquiles y la línea vertical medial del calcáneo.

Impacto

El impacto es el componente vertical de Peak de fuerza. Se correlaciona con la fuerza de impacto en el suelo que se experimenta en la pisada.

Frenado

El frenado es el componente horizontal de Peak de fuerza. Se correlaciona con la fuerza de impacto en el suelo que se experimenta en la pisada.

Shock

Corresponde a la sumatoria de frenado e impacto

Potencia

Equivale al trabajo realizado en una fracción de tiempo

Porcentaje de grasa corporal

Corresponde al porcentaje de tejido adiposo subcutáneo que posee un sujeto y es indicador de los niveles de sobrepeso u obesidad de un individuo.

Índice de Masa Corporal (IMC)

Es un indicador antropométrico que se calcula dividiendo el peso en kilogramos entre la estatura en metros elevada al cuadrado ($IMC = \text{kg/m}^2$). A diferencia de las tablas que combinan sólo peso y estatura, el IMC permite interpretar con mayor precisión el peso en relación con la estatura y por ello es posible realizar una mejor comparación entre dos personas adultas con diferente estatura. La medición se clasifica en

los siguientes puntos de corte, menor a $18,5 \text{ kg/m}^2$ bajo peso; entre $18,5$ y $25,0 \text{ kg/m}^2$ normo peso; entre $25,0$ y $30,0$ sobrepeso; y mayor a 30 kg/m^2 obesidad.

Largo de extremidad inferior

Longitud de pierna medida desde trocánter mayor del fémur a maléolo peroneal externo.

Altura Maléolo

Es la distancia medida desde el suelo al maléolo lateral

Largo de pie

Es la longitud medida desde el el vértice del calcáneo hasta el primer dedo.

3.5. PROCESAMIENTO Y ESTADÍSTICA

Todos los datos fueron descargados en planillas de Microsoft Excel, a estadística fue realizada en el software PAST 4.03, todos los datos fueron presentados en forma de media y desviación estándar. El estudio de normalidad se realizó con Shapiro-Wilk, se determinaron el uso de estadígrafos paramétricos o no paramétricos según fuera el caso, para esto se usó coeficiente de correlación de Pearson o Spearman. Los valores de significancia se mantuvieron en $p < 0.05$.

4. RESULTADOS

21 sujetos de sexo masculino, futbolistas profesionales del club deportivo Naval de Talcahuano. Casi la totalidad de ellos es diestro $95,24\%$, donde el porcentaje de jugadores titulares fue del $42,86\%$.

La edad promedio fue de $21,7 \pm 4,6$ años, con un peso medio de $72,69 \pm 9,15$ kilogramos, una estatura media de $175 \pm 7,0$ centímetros y un Índice de Masa Corporal medio de $23,36 \pm 2,38$, ubicándose en su mayoría en la clasificación de normo peso. Para los datos de porcentaje de grasa corporal y porcentaje de musculo el promedio fue de $20,47 \pm 4,40$ y $39,77 \pm 2,51$ respectivamente. Los datos de altura del maléolo, largo

de extremidad y pie, no presentaron discrepancia entre la medición en miembro izquierdo con miembro derecho por cada sujeto y sus valores agrupados se pueden observar en la tabla 1.

TABLA 1. *Resumen de datos antropométricos y demográficos.*

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
Edad (años)	18	39	21,7	4,6
Peso (kg)	59,3	88,5	72,69	9,15
Talla (m)	1,64	1,88	1,75	0,07
IMC (kg/m2)	19,8	28,8	23,36	2,38
Grasa (%)	13,1	30,7	20,47	4,40
Musculo (%)	24,9	45,3	39,77	2,51
Grasa Visceral	2	10	5,70	2,25
Largo extremidad I. (cm)	72	96	83,90	6,07
Largo extremidad D. (cm)	73	97	83,74	6,26
Altura Maléolo I. (cm)	7,5	10,5	8,83	0,70
Altura Maléolo D. (cm)	7,5	10,0	8,95	0,67
Largo Pie I. (cm)	23,5	28	25,45	1,47
Largo Pie D. (cm)	23,5	28,5	25,57	1,30

Para los parámetros cinéticos y cinemáticos la estadística muestra que la velocidad promedio en pasos por minuto fue de 202,05 ± 15,83 con una longitud de zancada de 1,87 ± 026 metros con tiempo de contacto de 332,00 ± 67,48 y 331,38 ± 65,33 para pierna izquierda y derecha respectivamente. Por otra parte, la potencia alcanzada por los jugadores se estima en 203,71 ± 45,18 W. las métricas de fuerza como así las ya mencionadas en este párrafo se pueden observar en la tabla 2.

TABLA 2. *Resumen de variables cinéticas, cinemáticas y temporo-espaciales obtenidas desde Runscribe™, durante test de RAST*

Variable	Media	Desviación Estándar
Velocidad de paso (Pasos/min)	202,05	15,83
Longitud zancada (m)	1,87	0,26
Tiempo de contacto izquierdo (ms)	332,00	67,48
Tiempo de contacto derecho (ms)	331,38	65,33
Porcentaje de vuelo izquierdo (%)	17,00	5,26

Porcentaje de vuelo derecho (%)	18,10	5,49
Potencia (W)	203,71	45,18
Shock izquierdo (G)	11,99	2,81
Shock derecho (G)	12,21	2,77
Impacto GS izquierdo (G)	7,39	2,46
Impacto GS derecho (G)	7,85	2,29
Frenado GS izquierdo (G)	8,84	2,23
Frenado GS derecho (G)	8,75	2,33
Pronación máxima izquierda (°)	-5,38	10,79
Pronación máxima derecha (°)	-8,30	10,73
Velocidad máxima de pronación izquierda (°/s)	493,71	273,19
Velocidad máxima de pronación derecha (°/s)	514,05	167,36

El desglose de las variables no numéricas entregadas por el sensor RunScribe™ mostró que el 71,43% de los jugadores presento una eficiencia en su rendimiento alta, presentando una carrera balanceada el 9,52% de los jugadores y se destaca que la suma de los extremos correspondiente a un alto desbalance ya sea para la izquierda o derecha es de 57,15% de los futbolistas. El tipo de pisada más frecuente fue medio pie con un 80,95% y 66,67% en pie izquierdo y derecho respectivamente. A la hora de evaluar el tobillo según sus grados de movimiento, destaca que el 66,67% de los tobillo derecho tiene una alta pronación pese a ser esta la pierna dominante en un 95,24% de los jugadores, si se evalúa el tobillo contrario, solo el 38,1% presenta una pronación alta. Por su parte la velocidad de pronación de ambos tobillos es un porcentaje similar de deportistas llegando al 80,95% indistinto de la extremidad evaluada.

La tabla 3 presenta los resultados de asociación que resultaron significativos.

TABLA 3. Valores de correlación estadísticamente significativa entre todas las variables

Variables	r	p
Total shock y grasa corporal	0,506	0,019*
Total shock y largo extremidad inferior derecha	-0,448	0,042*
Total shock y largo extremidad inferior izquierda	-0,489	0,024*
Pronación izquierda y grasa corporal	0,445	0,043*

Pronación derecha e índice de masa corporal	0,447	0,042*
Velocidad de paso y altura maléolo izquierdo	0,471	0,031*
Tiempo de contacto derecho y altura maléolo derecho	-0,447	0,042*
Tiempo de contacto derecho y altura maléolo izquierdo	-0,522	0,015*
Potencia y altura maléolo derecho	0,449	0,041*
Tipo de pisada derecha y altura maléolo derecho	0,475	0,029*
Pronación máxima izquierda y peso	-0,447	0,042*
Pronación máxima derecha e índice de masa corporal	-0,449	0,041*
Pronación máxima derecha y grasa corporal	-0,455	0,038*

*Las relaciones significativas se expresan mediante $p < 0.05$

5. DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue explorar las relaciones entre parámetros cinéticos, cinemáticos, espacio temporales y antropométricos, en un sprint. Y como estos podrían explicar el rendimiento de un deportista, en este caso, futbolistas profesionales.

Se encontró una limitada cantidad de estudios los cuales hacen una relación entre las características antropométricas de un deportista con los parámetros cinéticos y cinemáticas de su carrera (Gómez M & López C., 2016 ; Jiménez et al., 2018 ; Ogueta A., 2016)

Entre estos documentos que relacionan la antropometría con las características de la carrera, podemos encontrar el estudio de Ogueta en el 2016. Quien dice que entre las características antropométricas más importantes que afectan en rendimiento de la carrera, está la longitud de las extremidades inferiores, lo que también se refleja en los datos encontrados en nuestra investigación, donde se obtuvo que el largo de las extremidades inferiores tenía una relación proporcional con el shock durante la carrera. Además, también se plantea que lo que más afecta el rendimiento de la carrera es la masa o los índices elevados de masa corporal de un individuo y su forma de distribución. Al igual como hemos podido encontrar en nuestro estudio en donde la masa y el porcentaje de grasa elevados, tiene una relación directa con la pronación de tobillos y el shock de las extremidades.

Otro dato importante de destacar en nuestro estudio es que la mayor cantidad de corredores tenía una pisada de tipo medio y ante pie. Y

como también nos plantea Ogueta en el 2016, solamente un patrón de pisada más adelantado permite que se estire de mejor forma el arco del pie, lo que ayuda a aprovechar la energía elástica de las extremidades inferiores durante la primera parte del contacto con el suelo. También permite conseguir un escaso tiempo de contacto en el suelo, de lo contrario se podría limitar el tiempo de vuelo o amplitud de zancada. Todo esto, facilitaría la obtención de velocidades de carrera más altas. Pero como plantea Willy en 2018, y Hollisa en 2019, a mayor velocidad de carrera la tasa de carga vertical es mayor, esto se correlaciona con el aumento de la fuerza transmitida por el suelo hacia las extremidades inferiores. Esto quiere decir que al realizar un sprint la carga vertical es mayor y si asociamos que tal vez los corredores con mayor porcentaje de grasa tienen más masa, se aumentaría aún más el shock al correr. Además, Thiel en el 2018 Plantea que la mayor masa musculo esquelética atenuaría las fuerzas de reacción del suelo lo que no pasaría en el caso de las personas con mayor porcentaje de grasa. Y como también plantea Hollis, la velocidad de pronación aumenta a mayores velocidades de carrera, lo cual nos deja que todos estos factores influyen negativamente en la economía de la carrera.

Distintos autores plantean la importancia de tener herramientas económicas y portátiles de evaluación, las cuales puedan ser utilizadas para analizar las características de la vida real y en condiciones de campo, sin las limitaciones propias de una evaluación realizada en un laboratorio (Taylor L., 2017; Rentalainen T et al., 2018; Lebel K et al., 2017; De Baets L et al., 2017; Setuain I et al., 2018). En relación con los sensores, es posible encontrar autores quienes señalan sobre la ubicación de los sensores en el momento de la evaluación. Hay quienes lo usan en el hombro para la evaluación de lesiones de cintura escapular (De Baets L et al., 2017), otros casos para test en deportistas, hablan de un posicionamiento en la zona lumbar (Setuain I et al., 2018) y/o en el torso, entre las escapulas, para los juegos de futbol grupales (Rentalainen T et al., 2018) y también en la cadera para test experimentales. En estos casos, la asociación es similar a la aceleración derivada de la placa de fuerza y estimaciones de potencia en las evaluaciones al estar de pie (Rentalainen T et al., 2018; Thiel D et al., 2018). También se plantea

que la instalación de estos sensores en el torso difiere de la cadera ya que esta última, está más cercana al centro de masa por lo que la obtención de datos sería más específicos.

De todas formas, no existe evidencia que confirme si la aplicación en el torso y cadera es similar a la producción de energía por el tren inferior en pruebas como salto o carrera (Rentalainen T et al., 2018). Para este caso, en algunos estudios más específicos para las extremidades inferiores (García F., 2019) se ha utilizado la ubicación de sensores inerciales sobre el maléolo medial (Thiel D et al., 2018) y en otros casos se utilizan sobre el talón o el ajuste del calzado (cordones). En estos mismos, se plantea sobre las posibles diferencias entre la ubicación de dichos sensores en estas dos áreas. En estos casos se encontró que en los cordones se muestran sesgos más pequeños para medidas como los tiempos de contacto, tiempos de vuelo y longitud del paso. Mientras que el posicionamiento en el talón fue ligeramente más precisa para evaluar la frecuencia de paso (García F., 2019). De esta manera podemos deducir que tal vez algunos datos de nuestro estudio podrían verse levemente sesgado debido a que los jugadores se evaluaron con el calzado que normalmente utilizan para realizar su entrenamiento. Por lo cual, existía una diferencia en el modelo de calzado de cada jugador en donde no todos constaba con cordones. Por esto, a algunos se les debió ubicar el sensor en la zona del talón lo que podría entregar algunas diferencias en los datos recopilados.

Los hallazgos del presente estudio evidencian múltiples asociaciones significativas entre variables antropométricas y parámetros biomecánicos durante el sprint en futbolistas profesionales. Destacan correlaciones moderadas entre el porcentaje de grasa corporal y el total shock ($r = 0,506$; $p = 0,019$), lo que sugiere que una mayor proporción de tejido adiposo puede generar un mayor impacto al momento del contacto con el suelo. Este resultado coincide con lo reportado por Ogueta A., 2016, quienes indican que el exceso de grasa corporal puede afectar negativamente la mecánica del sprint, aumentando la carga sobre las estructuras musculoesqueléticas.

Asimismo, se observó una relación negativa entre el largo de las extremidades inferiores y el total shock ($r = -0,448$ a $-0,489$), lo que podría

interpretarse como un efecto amortiguador de las piernas más largas en el impacto de la carrera. Estudios previos han mostrado que una mayor longitud de las extremidades se asocia con un mayor rendimiento en sprint, debido a una mayor extensión de zancada y mejor eficiencia mecánica (Mercer JA et al., 2002)).

Por otra parte, la pronación del pie mostró asociaciones significativas con el índice de masa corporal ($r = 0,447$) y el porcentaje de grasa corporal ($r = 0,445$). Esto sugiere que un mayor peso corporal influye en el patrón de apoyo del pie, lo cual es relevante considerando que alteraciones en la pronación pueden predisponer a lesiones por sobreuso (Beelen PE et al., 2020). La pronación máxima mostró correlaciones negativas con el peso y la grasa corporal, lo que indica que sujetos con mayor masa podrían tener menor movilidad funcional del pie durante la fase de apoyo, posiblemente compensada por estrategias de control neuromuscular.

El análisis también evidenció una correlación positiva entre la altura del maléolo y variables como la velocidad de paso ($r = 0,471$) y la potencia ($r = 0,449$), además de correlaciones negativas con el tiempo de contacto del pie derecho ($r = -0,447$ y $-0,522$). Esto sugiere que ciertas características anatómicas del tobillo pueden influir positivamente en el rendimiento del sprint, reduciendo el tiempo de apoyo y permitiendo una transición más rápida del ciclo de zancada. McPoil et al. (2016) argumentan que la biomecánica del tobillo es crucial para la propulsión durante la aceleración, y que parámetros como el tiempo de contacto están estrechamente relacionados con el rendimiento en velocidad.

El tipo de pisada también mostró asociación con la altura del maléolo derecho ($r = 0,475$), lo que refuerza la hipótesis de que la estructura del tobillo influye en el patrón de apoyo y en la eficiencia del ciclo de marcha. Estudios como los de McPoil et al. (2016) proponen que las características morfológicas individuales, especialmente a nivel del tren inferior, explican en parte la variabilidad interindividual del perfil fuerza-velocidad.

En conjunto, estos resultados refuerzan la idea de que los parámetros antropométricos, particularmente aquellos relacionados con la composición corporal y la morfología del miembro inferior, tienen un impacto relevante sobre la biomecánica del sprint. Estas relaciones no solo pueden contribuir a mejorar el diseño de programas de entrenamiento personalizados, sino

que también podrían ser útiles en la prevención de lesiones al identificar perfiles de riesgo según las características individuales.

Finalmente, es importante considerar que estas correlaciones, aunque significativas, no implican causalidad. Se recomienda realizar estudios longitudinales que exploren cómo cambios en la composición corporal o en la estructura ósea afectan el rendimiento biomecánico y deportivo. Además, sería útil ampliar la muestra y explorar diferencias por posición de juego o nivel competitivo.

6. CONCLUSIONES

Este estudio evidenció correlaciones significativas entre variables antropométricas y parámetros biomecánicos durante el sprint en futbolistas profesionales, destacando que factores como el porcentaje de grasa corporal, la altura del maléolo y el índice de masa corporal influyen en el impacto, el tiempo de contacto y la pronación del pie; estos hallazgos sugieren la importancia de integrar evaluaciones morfofuncionales en el diseño de entrenamientos personalizados y programas de prevención de lesiones. Se recomienda replicar con mayor tamaño muestral y en diferentes contextos deportivos.

7. AGRADECIMIENTOS

El equipo investigador agradece el apoyo otorgado por el Club Naval de Talcahuano, así como los valiosos aportes metodológicos de los profesores Jaime Dumenez y Cristián Sierra.

8. REFERENCIAS

- Beelen, P. E., Kingma, I., Nolte, P. A., & van Dieën, J. H. (2020). The effect of foot type, body length and mass on postural stability. *Gait & Posture*, 81, 241–246. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.07.148>
- Biancardi, C., Lagos-Hausheer, L., Pequera, G., Castromán, E., Cazot, F., Martínez, E., & Bona, R. (2023). Energetic cost of running in track and treadmill. In *Proceedings of the 11th International Conference on Sport Sciences Research and Technology Support (icSPORTS)* (pp. 173–178). SciTePress. <https://doi.org/10.5220/0012202300003587>

- De Baets, L., Van Der Straaten, R., Matheve, T., & Timmermans, A. (2017). Shoulder assessment according to the International Classification of Functioning by means of inertial sensor technologies: A systematic review. *Gait & Posture*, 57, 278–294. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.06.025>
- García, F., Chicano, J., Ruiz, E., & Roche, L. (2019). Influence of RunScribe placement on the accuracy of spatiotemporal gait characteristics during running. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology, 233(1), 1–8. <https://doi.org/10.1177/1754337119876513>
- Gómez, M., & López, C. (2016). Influencia de la estatura en el patrón de la marcha de hombres y mujeres. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 126(4), 30–36.
- Haugen, T. A., Breitschädel, F., & Seiler, S. (2019). Sprint mechanical variables in elite athletes: Are force-velocity profiles sport specific or individual? *PLOS ONE*, 14(7), e0215551. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215551>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Hollis, C. R., Koldenhoven, R. M., Resch, J. E., & Hertel, J. (2019). Running biomechanics as measured by wearable sensors: Effects of speed and surface. *Sports*, 7(5), 112. <https://doi.org/10.3390/sports7050112>
- Jiménez, M., García, F., Soto, V., & Latorre, P. (2018). ¿Puede modificarse la cinética de la carrera con un programa de entrenamiento descalzista? *Apunts. Medicina de l'Esport*, 53(199), 98–104. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2017.07.002>
- Lagos Hausheer, L., Biancardi, C. M., & Bona, R. L. (2020). Locomoción humana: Modelos y variables biomecánicas. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 18(2), e41360. <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v18i2.41360>
- Lagos-Hausheer, L., Bona, R. L., & Biancardi, C. M. (2023). Effectiveness of a variable-speed control based on auditory feedback: Is it possible? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18(10), 1161–1168. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0465>
- Lebel, K., Nguyen, H., & Duval, C. (2017). Capturing the cranio-caudal signature of a turn with inertial measurement systems: Methods, parameters robustness and reliability. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 5, 51. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2017.00051>
- McPoil, T. G., Ford, J., Fundaun, J., Gallegos, C., Kinney, A., McMillan, P., Murphy, J., Sky, E., Torba, D., & Bade, M. (2016). The use of a static measure to predict foot posture at midstance during walking. *Foot (Edinb)*, 28, 47–53. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2016.09.001>

- Mercer, J. A., Vance, J., Hreljac, A., & Hamill, J. (2002). Relationship between shock attenuation and stride length during running at different velocities. *European Journal of Applied Physiology*, 87(4–5), 403–408. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0646-9>
- Ogueta-Alday, A., & García-López, J. (2016). Factores que afectan al rendimiento en carreras de fondo. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 12(45), 278–308. <https://doi.org/10.5232/ricyde>
- Reina, R., & López, J. (2017). Análisis cinemático y cinético de la marcha, carrera, salto y control postural en para futbolistas con parálisis cerebral [Tesis doctoral, Universidad Miguel Hernández de Elche].
- Rentalaine, T., Gastin, P., Spangler, R., & Wundersitz, D. (2018). Concurrent validity and reliability of torso-worn inertial measurement unit for jump power and height estimation. *Journal of Sports Sciences*, 36(7), 1937–1942. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1426974>
- Rydzik, Ł., Ambroży, T., & Pałka, T. (2025). Special Issue “Advances in Performance Analysis and Technology in Sports”. *Applied Sciences*, 15(11), 5951. <https://doi.org/10.3390/app15115951>
- Zagatto, A. M., Beck, W. R., & Gobatto, C. A. (2009). Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances. *Journal of strength and conditioning research*, 23(6), 1820–1827. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b3df32>
- Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Saez de Villarreal, E., & Morin, J. B. (2016). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(6), 648–658. <https://doi.org/10.1111/sms.12490>
- Setuain, I., Lecumberri, P., Ahtiainen, J., Mero, A., Häkkinen, K., & Izquierdo, M. (2018). Sprint mechanics evaluation using inertial sensor-based technology: A laboratory validation study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(2), 463–472. <https://doi.org/10.1111/sms.12936>
- Taylor, L., Miller, E., & Kaufman, K. (2017). Static and dynamic validation of inertial measurement units. *Gait & Posture*, 57, 80–84. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.05.026>
- Thiel, D. V., Shepherd, J., Espinosa, H., Kenny, M., Fischer, K., & Worsey, M. (2018). Predicting ground reaction forces in sprint running using a shank mounted inertial measurement unit. *Proceedings*, 2(199), 1–6. <https://doi.org/10.3390/proceedings2199001>
- Willy, R. W. (2018). Innovations and pitfalls in the use of wearable devices in the prevention and rehabilitation of running-related injuries. *Physical Therapy in Sport*, 29, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2017.10.003>

PROPUESTA DE ESTUDIO DE PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE LATERALIDAD FUNCIONAL EN EL PLANO TÉCNICO-TÁCTICO EN JUDOKAS DE ALTO RENDIMIENTO DE CATEGORÍA CADETE

SONIA MONTERO GONZÁLEZ
Universidad Alfonso X El Sabio

ADRIÁN SOLERA ALFONSO
Universidad Rey Juan Carlos

MARIO MONTERO GONZÁLEZ
Universidad Alfonso X El Sabio

1. INTRODUCCIÓN

El judo es un arte marcial creado en 1882 por Jigoro Kano, actualmente es un deporte olímpico que demanda un alto nivel de estrategia, coordinación, equilibrio y condición física. (Franchi et al., 2018).

La lateralidad se entiende como la preferencia en el uso de un lado del cuerpo sobre el otro, a la hora de realizar una actividad o acción. (Zurita et al., 2010) Por otro lado, para Idarreta (2005) la lateralidad se divide en lateralidad innata, siendo la anteriormente mencionada y la lateralidad funcional que es aquella que tiene como lado preferencial de un judoka para realizar ataques en *nage waza* (judo pie) y *ne waza* (judo suelo).

Dentro del judo la lateralidad tiene un papel bastante importante en la eficacia de la ejecución técnica, la adaptación neuromuscular a estas e incluso la estrategia en combates. (Franchi et al., 2020a). La lateralidad se ha asociado comúnmente con la lateralidad de la mano dominante, pero en judo se puede ver reflejada en otros elementos como en el *kumikata* (agarres), el *shisei* (posición) y *shintai* (desplazamientos). (Calmet et al., 2017).

Algunos estudios indican que en las competiciones los judokas diestros predominan sobre los zurdos, aproximadamente entre el 70-80% de los

judokas de élite (Sterkowicz et al., 2011), sin embargo, estos últimos desarrollan adaptaciones neuromusculares que les permite tener una ventaja sobre sus rivales, ya que la mayoría están acostumbrado a enfrentarse a judokas diestros. (Loffing et al., 2015).

La lateralidad no solo tiene influencia en el plano ofensivo sino también el defensivo, con las defensas y las contras (*Kasehi waza*), esto muestra que los judokas zurdos reflejan una mayor facilidad para contraatacar técnicas dirigidas a su lado izquierdo, esto se debe a que su esquema corporal tiene una mayor adaptación a las respuestas asimétricas en comparación a los judokas diestros. (Sánchez-García et al., 2019). Esto puede deberse a la adaptación de los procesos neurológicos que tiene el cerebro que optimizan la coordinación interhemisférica de acuerdo con la experiencia motora de la persona. (Teixeira et al., 2011).

La lateralidad funcional, a diferencia de la lateralidad innata, tiene mayores posibilidades de ser entrenada en el lado no dominante y en el caso del judo para obtener una mayor variabilidad durante el combate. En su investigación Franchi et al (2020b) evidencia que la práctica de diferentes formas de entrenamiento de judo, como el *uchikomi* (repetición de la técnica sin proyectar) y el *nagekomi* (repetición de la técnica proyectando), por el lado no dominante puede reducir asimetrías funcionales y otorgar mayor versatilidad al judoka. Esto tiene gran relevancia en las categorías inferiores, en especial entre las infantiles y las juniors, donde la lateralidad se está desarrollando. (Calmet et al., 2017)

Los judokas que entrenaban ambos lados manifestaban un mejor tiempo de reacción y una mayor versatilidad técnica durante la competición. (Krstičević et al., 2010). Esto quiere decir que, aunque la preferencia lateral esté presente, el desarrollo bilateral puede potenciar el rendimiento deportivo de los judokas ofreciendo una mayor variedad de opciones tácticas, además los judokas de alto nivel muestran tener una menor asimetría en tests de equilibrio y fuerza, esto indica que hay una adaptación neuromuscular específica. (Franchini et al., 2013).

Por lo tanto, teniendo en cuenta la influencia que tiene la lateralidad en la eficacia del judoka, este trabajo pretende exponer una propuesta de estudio de entrenamiento de la lateralidad funcional en categoría cadete de alto rendimiento.

2. OBJETIVOS

El objetivo 1 de esta propuesta es, comparar las diferencias de entrenamiento de la lateralidad funcional en el plano técnico-táctico en judokas de alto rendimiento en categoría cadete. Con esto se pretende comprobar si el entrenamiento de la lateralidad funcional tanto la preferente como la bilateral consigue que los judokas obtengan mejores resultados en competición.

En el objetivo 2 se analizarán las preferencias laterales innatas y funcionales que tienen los judokas y conocer la preferencia lateral predominante. Y el objetivo 3 comparará con ente sexos y categorías de peso.

3. METODOLOGÍA

Los sujetos del estudio serán los últimos medallistas del campeonato de España de categoría cadete. En cada categoría de peso hay 4 medallistas son 8 categorías de peso masculinas y 8 femeninas, por lo tanto, habría un total de 64 sujetos (32 hombres y 32 mujeres). Esta propuesta previamente a ser realizada ha pasado por un comité de bioética para asegurar que todo lo que se vaya a realizar es correcto.

Se iniciará el estudio solicitando permiso de participación a los tutores legales de los sujetos, ya que todos ellos son menores de edad. Seguidamente se les entregará tanto a los participantes como a los tutores, un consentimiento informando de lo que se va a realizar durante el estudio y a lo que se comprometerá el judoka al entrar en el programa de entrenamiento.

Una vez con todo esto se empieza con los tests de lateralidad innata, donde se conocerá la lateralidad que tiene los sujetos. Estos tests están seleccionados de la investigación de Idarreta (2005) y son:

“Sentido preferencial de giro de hombros (horario/antihorario/ambidextro): giro de hombros desde posición de cacheo (piernas abiertas, tronco inclinado hacia delante). El sentido de giro horario es propio de personas zurdas, mientras que el sentido de giro antihorario es propio de personas diestras.

Sentido preferencial de giro de caderas (horario/antihorario/ambidextro): salto y medio giro en el eje longitudinal.

Ojo preferente (horario/antihorario/ambidextro): ojo utilizado para apuntar a un objeto.

Mano preferente (horario/antihorario/ambidextro): mano de escritura.

Pie preferente (horario/antihorario/ambidextro): pie de chut.”

Ya conocida la lateralidad innata de los sujetos, se les dará un cuestionario de lateralidad funcional donde se les preguntará principalmente por sus preferencias laterales a la hora de ejecutar diferentes técnicas, movimientos y fundamentos en judo. El cuestionario será:

TABLA 1. *Cuestionario de lateralidad funcional*

Datos identificativos de la muestra			
Edad:		Sexo:	
Grado de judo:		Mejor resultado en competición:	
Edad de comienzo en judo:		Años de práctica en judo:	
Práctica técnica y preferencias laterales del judoka			
¿Cuál es tu kumikata?	Diestro	Zurdo	Otro
¿Cuál es tu posición habitual en combate?	D. Delante	I. Delante	Otra
¿Qué pierna utilizas para hacer técnicas como o soto gari u o uchi gari?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Qué pierna utilizas para hacer técnicas como de ashi harai u okuri ashi harai?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Qué pierna utilizas para hacer técnicas como ko soto gake?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Qué pierna utilizas para hacer técnicas como sasae tusrikomi ashi o hiza guruma?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Qué pierna utilizas para hacer técnicas como tomoe nage?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Por qué lado realizas técnicas tipo o goshi?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Por qué lado realizas técnicas tipo harai goshi?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Por qué lado realizas técnicas tipo seoi nage?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Por qué lado realizas técnicas tipo kata guruma?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Por qué lado realizas técnicas tipo sukui nage o kuchiki taoshi?	Derecha	Izquierda	Ambas
Percepción del judo en cuanto a su asimetría funcional en los combates			
Desde el punto de vista de tu lateralidad, ¿qué tipo de judoka te consideras?	Diestro	Zurdo	Ambidiestro
¿Por qué lado atacas más fácilmente?	Derecha	Izquierda	Ambas

Adaptación del cuestionario de lateralidad funcional de Idarreta (2005)

Fuente: Idarreta (2005)

a estos se les reparte de forma aleatoria en 3 grupos de trabajo diferentes que son:

- **Grupo control:** este grupo realizará los entrenamientos habituales que estén establecidos en la programación.
- **Grupo experimental 1:** este grupo realizará los entrenamientos habituales más una serie de entrenamientos técnico-tácticos enfocados en el desarrollo de su lado preferente haciendo judo.
- **Grupo experimental 2:** este grupo realizará los entrenamientos habituales más una serie de entrenamientos técnico-tácticos enfocados en el desarrollo de la bilateralidad en los movimientos específicos de judo.

Tras la repartición de los sujetos en los diferentes grupos, se comenzará con la propuesta de los entrenamientos. Se juntará a los 64 sujetos en un centro de alto rendimiento donde se les concentrará durante 8 semanas; durante este entrenamiento los judokas realizarán entrenamientos de lunes a viernes y algunos sábados se hará simulacro de competición.

Las 8 semanas de entrenamiento tendrán adicionalmente para los grupos experimentales 1 y 2, entrenamientos enfocados en el desarrollo técnico-táctico perteneciente a su grupo 3 veces en semana, con una duración de 30 a 45min. A continuación, dejamos un cronograma de los entrenamientos.

TABLA 2. *Cronograma de las sesiones de entrenamiento.*

	L	M	X	J	V	S	D
Semana 1							
Semana 2							
Semana 3							
Semana 4							
Semana 5							
Semana 6							
Semana 7							
Semana 8							
Semana 9							

Celda azul entrenamiento normal.
Celda gris entrenamiento normal más entrenamientos específicos técnico-táctico.
Celda verde simulacro de competición.
Celda naranja semana post programa y bajada de peso.
Celda roja competición y evaluación de la eficacia del programa de entrenamiento.

Fuente: Elaboración propia

Los entrenamientos que realizarán los 3 grupos tendrán una duración de una hora y media, en ellos se realizarán diferentes entrenamientos que los plantearán los entrenadores de los equipos nacionales cadetes masculino y femenino.

Por otro lado, los entrenamientos específicos del grupo experimental 1, tendrán una duración de entre 30 a 45min. Para este grupo se prepararán diferentes trabajos para que los judokas desarrollen más recursos por su lado preferente de trabajo en judo. Estos trabajos se centrarán en el apartado técnico (ejecución de las diferentes técnicas) y en el táctico (planeamiento de diferentes tácticas). A continuación, dejamos un ejemplo:

TABLA 3. *Ejemplo sesión de entrenamiento grupo experimental 1.*

Calentamiento (10min)	Movilidad dinámica (7min) Uchi komis en desplazamiento (3min)
Trabajo específico (25min)	Uchi komis estáticos técnicas más usadas individualmente (5min) Nage komi en colchoneta (15min) Yaku soku geiko (5min)
Vuelta a la calma (5min)	Tandoku renshu (5min)

Cada judoka realiza todos los ejercicios por su lado preferente a la hora de hacer judo.

Fuente: Elaboración propia.

Los entrenamientos específicos del grupo experimental 2, tendrán una duración de entre 30 a 45min. Para este grupo se preparan diferentes trabajos para que los judokas desarrollen diferentes recursos tanto por su lado preferente de trabajo en judo como por su lado no dominante, intentado llegar a la bilateralidad. Estos trabajos se centrarán en el apartado técnico (ejecución de las diferentes técnicas) y en el táctico (planeamiento de diferentes tácticas). A continuación, dejamos un ejemplo.

TABLA 4. *Ejemplo sesión de entrenamiento grupo experimental 1.*

Calentamiento (10min)	Movilidad dinámica (7min) Tandoku renshu en desplazamiento (3min)
Trabajo específico (25min)	Kuzushi en desplazamientos en varias direcciones y kumikatas (5min) Nage komi en colchoneta (15min) Yaku soku geiko (5min)
Vuelta a la calma (5min)	Uchi komis estáticos (5min)

Cada judoka realiza todos los ejercicios por ambos lados.

Fuente: Elaboración propia.

Las sesiones de entrenamiento de los grupos experimentales 1 y 2 serán diseñadas y preparadas junto a entrenadores y expertos en el trabajo técnico-táctico de judokas.

Una vez terminado el programa de entrenamiento, se haría un análisis de los resultados. Esto se hará en una competición oficial de carácter nacional donde compitan estos judokas junto a otros participantes.

La competición será grabada para su posterior análisis, junto a diferentes expertos entrenados en el para el análisis de estos vídeos. Este análisis trabajará con 2 ítems generales y dentro de ellos diferentes variables. Estos son:

TABLA 5. *Ítems y variables analizadas.*

ÍTEMS	VARIABLES
Acciones positivas	Acciones que otorguen una ventaja sobre el rival Ganar un kumikata Kumikata ganador Kuzushi Posición ofensiva en ne waza Acciones que derivadas de un ataque Puntuación Shidos a favor Kaeshi waza

Acciones negativas	Acciones que otorguen una ventaja del rival
	Perder un kumikata
	Kumikata perdedor
	Kuzushi en contra
	Posición defensiva en ne waza
	Acciones que derivadas de un ataque del rival
	Puntuación
	Shidos en contra
	Kaeshi waza

Fuente: Elaboración propia

Con ítems se pretende comprobar la eficacia del programa de entrenamiento de lateralidad y probar el sentido del entrenamiento bilateral.

4. RESULTADOS ESPERADOS

El presente trabajo es una propuesta de estudio por lo que no se ha podido llevar a cabo, pero se hablará de los resultados esperados.

El resultado principal que se espera obtener es que los judokas del grupo experimental 2 sean los que mejor resultado tengan en la competición además de aquellos con mayor número de acciones positivas. Esto se puede dar por la cantidad de recursos que han adquirido durante el programa de entrenamiento otorgándoles una gran variedad de acciones a poder realizar en los combates. Este punto respondería al objetivo principal de la propuesta.

Hablando de lateralidad el estudio demostrará que en lateralidad innata de los sujetos será predominantemente diestra como tiene Idarreta (2005) en su investigación, pero la lateralidad funcional indicará que el aumento de judokas zurdos aumenta, sigue predominando la lateralidad diestra, pero se aúna más siendo aproximadamente un 70% diestros y un 30% zurdos.

Los participantes del estudio serán 64 (32 mujeres y 32 hombres) por lo que la lateralidad que se obtenga será muy similar entre sexos, teniendo aproximadamente el mismo número de judokas diestros y zurdos independientemente del sexo. Esto viene dado a que la lateralidad no entiende de géneros y según los estudios poblacionales como el de

Zurita et al., (2010) o el de Idarreta (2005) que muestran que los porcentajes de diestros y zurdos son similares en ambos sexos.

En contraposición se estima que los judokas de pesos ligeros, tanto hombres como mujeres, tenderán a ser más zurdos que los judokas de pesos pesados, ya que los judokas de pesos ligeros necesitan ser más móviles, porque su velocidad de movimiento es superior a la de los pesos pesados que requieren de mayor fuerza y no dependen tanto del movimiento del rival para obtener un buen kumikata o realizar movimientos por su lado preferente y al ser más estáticos no necesitan tanto cambio de lado de ataque.

5. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se presentarán diferentes propuestas de investigación que podrían venir derivadas del presente trabajo.

La primera de ellas sería la posibilidad de investigar acerca de la influencia que tiene la lateralidad en las capacidades físicas o habilidades motrices que se realizan en judo. Con ello se pretende conocer posibles descompensaciones tanto musculares como técnicos e incluso podría ayudar a evitar lesiones.

Otra de las propuestas sería poder profundizar en los aspectos técnico-tácticos que se encuentran respaldados por la lateralidad, es decir; aquellos aspectos deportivos del judo que tengan posibilidad de ejecución bilateral, trabajar más en ellos para encontrar nuevas formas de entrenamiento y preparación.

Este trabajo podría ser replicado en judokas de menor edad categoría alevín-infantil, con el objetivo de obtener estos recursos laterales en edades más tempranas, ya que el desarrollo de la lateralidad se termina de conformar sobre esta edad.

Por último, se propone aplicar el estudio o la parte de los entrenamientos de lateralidad en judokas de alto rendimiento o alto nivel, de categoría junior-senior, pero en este caso tendría una mayor adaptación a las necesidades y capacidades del judoka con el que se trabaja, sería un trabajo aún más individualizado.

6. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente trabajo es una propuesta de estudio se han podido identificar diferentes limitaciones que podrían aparecer en esta iniciativa de investigación.

La principal limitación es no contar con los sujetos necesarios para la investigación. Los participantes son menores de edad y sería concentrarlos en unas instalaciones durante 8 semanas, alejados de su entorno habitual y es normal que o no quieran invertir tanto tiempo o que los tutores legales se opongan.

Otra de las limitaciones sería no conseguir las instalaciones y el personal cualificado necesario, para este estudio es necesario un espacio amplio de práctica deportiva, de esta forma los sujetos podrán entrenar con mayor comodidad. Además, es necesario un personal muy cualificado para poder llevar a cabo tanto los entrenamientos específicos como los especialistas en análisis de vídeo.

Actualmente el nivel de carga competitiva ha aumentado en gran medida haciendo que hasta las categorías inferiores puedan estar compitiendo casi todos los fines de semana, la dificultad que esto produce es conseguir la aceptación de los judokas para realizar la concentración durante las 8 semanas.

7. REFERENCIAS

- Calmet, M., Ahmaidi, S., & Hertogh, C. (2017). *Laterality and judo: Relationships between hand preference and throwing techniques. Perceptual and Motor Skills*, 124(1), 235-248.
- Franchi, M. V., et al. (2018). *Laterality effects on judo throwing techniques: A biomechanical approach*. *Journal of Sports Sciences*, 36(5), 512-518.
- Franchi, M. V., et al. (2020a). *Training the non-dominant side in judo: Motor plasticity and performance*. *European Journal of Sport Science*, 20(2), 196-204.
- Franchi, M. V., Monti, E., Carter, A., & Atherton, P. J. (2020b). *Motor plasticity in judo: Effects of laterality-specific training*. *European Journal of Sport Science*, 20(2), 196-204.

- Franchini, E., Sterkowicz, S., Szmatlan-Gabrys, U., Gabrys, T., & Garnys, M. (2013). *Energy system contributions to special judo fitness test*. International Journal of Sports Physiology and Performance, 8(1), 32-36.
- Idarreta, J. (2005) Estudio de la lateralidad innata y funcional en jóvenes Judokas de élite española. *Kronos* 6, 16-22.
- Krstičević, M., et al. (2010). *The impact of laterality on judo performance*. Collegium Antropologicum, 34(3), 869-874.
- Loffing, F., et al. (2015). *Left-handedness in professional and amateur tennis*. PLoS ONE, 10(8), e0132521.
- Sánchez-García, R., et al. (2019). *Laterality and decision-making in combat sports*. Frontiers in Psychology, 10, 1023.
- Sterkowicz, S., et al. (2011). Differences in judo techniques efficiency between left- and right-handed athletes. *Archives of Budo*, 7, 179-185.
- Teixeira, L. A., et al. (2011). *Asymmetry of bilateral transfer*. Experimental Brain Research, 209(4), 521-528.
- Zurita, F., Fernández, R., Rojas, F.J., & Cepero, M. (2010). Lateralidad manual y variables geográficas, antropométricas, funcionales y raquídeas. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10 (39), 439-457.

ESTUDIO PREFERENCIAL LATERAL EN LA EJECUCIÓN DE TÉCNICAS ESPECÍFICAS DE JUDO EN COMPARACIÓN A SU PREFERENCIA LATERAL NATURAL EN JUDOKAS UNIVERSITARIOS

SONIA MONTERO GONZÁLEZ
Universidad Alfonso X El Sabio

ADRIÁN SOLERA ALFONSO
Universidad Rey Juan Carlos

1. INTRODUCCIÓN

El judo es un arte marcial que requiere de diferentes capacidades y exigencias, tanto físicas como técnicas como tácticas. Al ser un deporte de combate se caracteriza por la oposición continua con el rival, esto deriva en que cada acción es determinante y precisa de adaptaciones continuas a altas velocidad y con gran precisión. (Franchini et al., 2011).

En este deporte la lateralidad, que se entiende como la preferencia lateral del cuerpo para la ejecución de tareas motrices de forma funcional adquiere una gran relevancia; además este aspecto permite desarrollar de diversas formas la ejecución técnica del judoka. (Krabben et al., 2019; Sterkowicz-Przybycień et al., 2021).

La lateralidad se manifiesta de diferentes formas Idarreta (2005) define la lateralidad en dos grupos diferentes, la lateralidad innata que es aquella que se tiene sin ser enseñada para realizar diferentes tareas cotidianas y la lateralidad funcional que es aquella que aplicamos para realizar movimientos específicos de algún deporte o actividad concreta.

En el caso del judo la lateralidad tiene reflejo en fundamentos como el kumikata (agarres) y el shisei (posición), ambos pueden ser determinantes en el rendimiento deportivo de un judoka. (Franchini et al., 2011). Estos dos elementos son fundamentales para la ejecución de las

técnicas de los grupos Katame waza (técnicas de control) y Nage waza (técnicas de proyección), además aportan una estructura de combate muy importante, ya que otorgan orden a la táctica del judoka, tanto la ofensiva como la defensiva. (Miarka et al., 2016).

El kumikata en concreto es el fundamento por excelencia que se usa para determinar la lateralidad del judoka y permite realizar diferentes planteamientos tácticos independientemente de si el rival es diestro o zurdo, también permite realizar desequilibrios y obtener ángulos de ejecución técnica más eficientes. (Franchini et al., 2013)

Gursoy (2009) y Loffing et al (2012) observan que los judokas zurdos en categorías de iniciación y en las primeras etapas del rendimiento presentan una ventaja táctica competitiva relevante. Esto se puede producir por la escasa frecuencia de rivales zurdos, que provoca una reducción en la experiencia y preparación de los judokas sobre estos rivales.

En niveles de competición más elevados los judokas buscan desarrollar una lateralidad más funcional y equilibrada, llegando a ejecutar las técnicas de forma efectiva por ambos lados. A esto se lo conoce como ambidiestro o lateralidad mixta, que permite una mayor versatilidad táctica, mayor repertorio técnico y dificultar la ofensiva del oponente. (Calmet et al., 2010; Krabben et al., 2019)

Esta relación con la lateralidad no solo afecta al plano técnico-táctico o físico, sino que también afectan al plano psicológico durante los combates. (Malina et al., 2010). Algunos estudios muestran que una exposición reiterada a rivales zurdos o con estilos de competición poco comunes generan más ansiedad e incertidumbre, por lo que dificulta la toma de decisiones bajo presión. (Loffing and Hagemann., 2014)

Franchini et al (2013) propone la introducción a nivel metodológico en los entrenamientos ejercicios de simétricos, kumikata alterno y preparación de situaciones con rivales de diferentes lateralidades o movimientos atípicos; con esto pretende conseguir un desarrollo más completo del judoka.

En conclusión, la lateralidad influye en muchos aspectos del rendimiento en judo, no solo técnico-táctico sino también en los

psicológicos, posturales o perceptivos. El kumikata y el shisei reflejan claramente la influencia de la lateralidad en el judo, llegando a ser claves para el análisis de los judokas. En el presente trabajo se quiere comprobar las preferencias laterales de los judokas universitarios haciendo judo y de forma innata.

2. OBJETIVOS

El objetivo 1 de este estudio es conocer la preferencia lateral que tienen los judokas universitarios en la ejecución de técnicas específicas de judo en comparación con su preferencia lateral natural. Con esto se pretende comprobar si existe algún tipo de relación entre la lateralidad funcional y la lateralidad innata de los judokas universitarios.

El objetivo 2 es conocer la lateralidad innata de los judokas y compararla con la media poblacional, de esta forma podremos saber si los participantes cumplen con la estadística media poblacional.

El objetivo 3 es, comparar la lateralidad funcional de las técnicas que tienen los judokas universitarios entre ellas.

3. METODOLOGÍA

Los sujetos del presente trabajo son los estudiantes del grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte cuya especialización y maestría deportiva está enfocada en judo.

A los participantes se les entregó inicialmente un consentimiento informado que tenía desarrollada toda la información acerca de la investigación, si estaban de acuerdo seguidamente tenían para completar un cuestionario adaptado del que realizó Idarreta (2005), que permitirá conocer las preferencias laterales de los judokas. Las preguntas del cuestionario se dividirán en 2 grupos diferentes:

- **Grupo lateralidad innata:** se preguntará acerca de la preferencial lateral en la escritura. En base a esto se definirá la lateralidad innata del sujeto siendo:
 - Diestro: escribe con la mano derecha.

- Zurdo: escribe con la mano izquierda.
 - Ambidiestro: escribe con ambas manos por igual.
- **Grupo lateralidad funcional:** conocer la preferencia lateral de los judokas en la ejecución de los diferentes conjuntos de técnicas.

A continuación, se deja el cuestionario que se pasó a los sujetos:

TABLA 1. Cuestionario de lateralidad innata y funcional.

Datos identificativos de la muestra			
Edad:		Sexo:	
Lateralidad innata			
¿Qué mano utilizas para escribir?	Derecha	Izquierda	Ambas
Práctica técnica y preferencias laterales del judoka			
¿Cuál es tu kumikata?	Diestro	Zurdo	Otro
¿Cuál es tu posición habitual en combate?	D. Delante	I. Delante	Otra
¿Qué pierna utilizas para hacer técnicas como o soto gari u o uchi gari?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Qué pierna utilizas para hacer técnicas como de ashi harai u okuri ashi harai?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Qué pierna utilizas para hacer técnicas como ko soto gake?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Qué pierna utilizas para hacer técnicas como sasae tusrikomi ashi o hiza guruma?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Qué pierna utilizas para hacer técnicas como tomoe nage?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Por qué lado realizas técnicas tipo o goshi?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Por qué lado realizas técnicas tipo harai goshi?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Por qué lado realizas técnicas tipo seoi nage?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Por qué lado realizas técnicas tipo kata guruma?	Derecha	Izquierda	Ambas
¿Por qué lado realizas técnicas tipo sukui nage o kuchiki taoshi?	Derecha	Izquierda	Ambas
Percepción del judo en cuanto a su asimetría funcional en los combates			

Desde el punto de vista de tu lateralidad, ¿qué tipo de judoka te consideras?	Diestro	Zurdo	Ambidiestro
¿Por qué lado atacas más fácilmente?	Derecha	Izquierda	Ambas

Fuente: Elaboración propia. Adaptación de Idarreta (2005)

Una vez recogidos todos los datos se procedió al análisis estadístico de ellos.

4. RESULTADOS

El número de sujetos que participaron en el estudio fueron 22 (8 mujeres y 14 hombres) con una edad promedio de 22.2 ± 3.38 . Para el estudio únicamente fue necesario completar un cuestionario creado a través de una aplicación, no fue necesario ser aprobado por un comité de ética.

La lateralidad innata de los sujetos es de un 90.9% de participantes diestros sobre el 9.1% de zurdos. No se obtuvieron resultados de participantes ambidiestros. (Tabla 2)

La lateralidad funcional tiene diferentes aspectos a valorar; el kumikata (agarres) y el shisei (posición) que están estrechamente relacionados muestran que la mayoría de los sujetos son diestros siendo 90.9% y 68.2 respectivamente. Además, se puede observar que en ambos aspectos existe población ambidiestra alcanzando el 9.1% en el kumikata y el 18.2% en el shisei; en este último el porcentaje de zurdos es del 13.6% a diferencia del kumikata que no tiene. (Tabla 2)

TABLA 2. Resultados del cuestionario de lateralidad innata y funcional.

Grupo lateralidad innata			
Pregunta lateralidad innata	Derecha	Izquierda	Ambas
Mano escritura	90,9%	9,1%	0%
Grupo lateralidad funcional			
Preguntas del cuestionario	Derecha	Izquierda	Ambas
Kumikata	90,9%	0%	9,1%
Shisei	68,2%	13,6%	18,2%
Ashi waza (siega)	68,2%	4,5%	27,3%
Ashi waza (barrido)	40,9%	40,9%	18,2%
Ashi waza (enganche)	27,3%	45,5%	27,3%

Ashi waza (bloqueo)	27,3%	45,5%	27,3%
Sutemi waza (pierna)	90,9%	4,5%	4,5%
Koshi waza (2 apoyos)	86,4%	0%	13,6%
Koshi waza (1 apoyos)	81,8%	9,1%	9,1%
Te waza (cadera)	95,5%	0%	4,5%
Consideración propia	95,5%	0%	4,5%
Lado fácil de ataque	86,4%	9,1%	4,5%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos del cuestionario de lateralidad completado por los sujetos. Con ellos se puede observar que el promedio de uso del lado derecho del cuerpo para la ejecución de las técnicas es del 71,61% mientras que la elección del lado izquierdo o usar ambos lados es del 14.39% y 14.01% respectivamente.

5. DISCUSIÓN

Los sujetos que han participado en el estudio son judokas universitarios y habían practicado anteriormente judo, por lo tanto, sus respuestas están ligeramente sesgadas por las enseñanzas del profesorado mientras cursan las asignaturas de judo en el grado.

Zurita et al. (2010) en su estudio demuestran que la lateralidad innata de la población es la diestra siendo de un 90% mientras que la zurda es solo de un 10%; en el presente estudio como se muestra en la Tabla 2 la lateralidad innata predominante es la diestra con un 90.9% mientras que la zurda es de 9.1%.

Los resultados obtenidos muestran que la mayoría de ellos son diestros, Fanchini et al (2013) demuestran en su estudio que hay un mayor porcentaje de judokas diestros en las competiciones.

Demura et al (2001), dicen que la dominancia lateral aparece cuando el sujeto necesita realizar una destreza y obtener un buen resultado. Esto se ve reflejado en la Tabla 2, donde algunas de las técnicas del grupo de pierna siendo diestros se realizan con la pierna izquierda y teniendo en cuenta que los resultados con relación al uso del lado izquierdo, en kumikata y shisei son más bajos que los resultados de las ejecuciones técnicas del grupo ashi waza (barrido, enganche y bloqueo).

Cabe destacar que en los grupos de técnicas mencionados anteriormente los sujetos tienen un porcentaje relativamente alto de uso de ambas piernas para la ejecución, llegando a ser muy similar al porcentaje del lado derecho.

Idarreta (2004) muestra en su estudio que hay un aumento o mayor cantidad de judokas zurdos durante las competiciones, en este estudio estos datos se pueden observar solo en la ejecución de alguna de las técnicas, ya que en el resto de las técnicas hay una preferencia lateral diestra clara.

6. CONCLUSIONES

Los datos muestran una clara preferencia lateral diestra tanto en lateralidad innata como funcional, aunque la lateralidad funcional zurda tiene un mayor porcentaje en comparación a la innata.

La lateralidad funcional diestra tiene un claro dominio en algunos aspectos como el kumikata, o las técnicas de los grupos sutemi waza, koshi waza y te waza, además de la propia consideración que tienen los judokas sobre su lateralidad o el lado que les resulta más sencillo para realizar un ataque.

Cabe destacar el uso del lado izquierdo en cuanto al grupo ashi waza se refiere, donde la lateralidad zurda tiene mayores porcentajes. La base de este grupo de técnicas tiene la utilización de la pierna izquierda como parte de su ejecución, no obstante, los porcentajes obtenidos no reflejan al completo este hecho.

Otro de los datos a resaltar es la diferencia de lateralidad entre el kumikata y el shisei. Estos dos fundamentos del judo tienen una relación muy estrecha, ya que sin una buena posición (shisei) es difícil tener un buen kumikata (agarre) y viceversa. El kumikata tiene un 90.9% sobre el lado derecho mientras que el shisei tiene un 68.2%, esto puede deberse a que la pierna izquierda siendo diestro es la pierna que se usa de apoyo para la gran mayoría de las técnicas, por lo que para judokas con poca experiencia deportiva y competitiva resulte más cómodo o sencillo poder realizar o ejecutar una técnica.

Por último decir que una de las limitaciones que tiene el estudio es la poca definición de la lateralidad innata, ya que solo se limita al uso de la mano de escritura.

7. REFERENCIAS

- Calmet, M., Miarka, B., & Franchini, E. (2010). Modeling of performance in judo. *Archives of Budo*, 6, 159–165.
- Demura, S., Yamaji, S., Goshi, F. and Nagasawa, Y. (2001) Lateral dominance of legs in maximal muscle power, muscular endurance, and grading ability. *Perceptual & Motor Skills*, 93, 11-23.
- Franchini, E., Del Vecchio, F. B., Sterkowicz, S., & Szmatlan-Gabrys, U. (2011). A review of sport-specific performance determinants in judo. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 2(2), 1–5.
- Franchini, E., Brito, C. J., Artioli, G. G., & Miarka, B. (2013). Development of body composition, physical and physiological performance in young judokas: A systematic review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53(5), 491–497.
- Gursoy, R. (2009). Effects of left- or right-handedness on the success of boxers in professional boxing. *British Journal of Sports Medicine*, 43(2), 142–144.
- Idarreta, J. (2004). Análisis de la zurdera en la competición de Judo. En: Brizuela, G, Llana, S y Guzmán, J F (Eds.) CD-ROM del III Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte “Hacia la convergencia europea”. Valencia: Gráficas Mari Montaña S.L.
- Idarreta, J. (2005) Estudio de la lateralidad innata y funcional en jóvenes Judokas de élite española. *Kronos* 6, 16-22.
- Krabben, K., Stöckel, T., & Lobinger, B. H. (2019). Laterality in sports: Theories, methods and applications. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 24(5), 515–533.
- Loffing, F., Hagemann, N., & Strauss, B. (2012). Left-handedness in professional and amateur tennis. *PLOS ONE*, 7(11), e49325.
- Loffing, F., & Hagemann, N. (2014). Side bias in human performance: A review on the left-handers' advantage in sports. *Performance Enhancement & Health*, 3(1), 1–9.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2010). *Growth, maturation, and physical activity*. Human Kinetics.

- Miarka, B., Panissa, V. L. G., Julio, U. F., Del Vecchio, F. B., Calmet, M., & Franchini, E. (2016). A comparison of time-motion performance between age groups in judo matches. *Journal of Sports Sciences*, 34(5),
- Sterkowicz-Przybycień, K., Miarka, B., & Fukuda, D. H. (2021). Sex differences and the impact of left-handedness in judo: An analysis of Olympic and World Championship medals (2008–2019). *Biology of Sport*, 38(4), 593–599. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2021.101132>
- Zurita, F., Fernández, R., Rojas, F.J., & Cepero, M. (2010). Lateralidad manual y variables geográficas, antropométricas, funcionales y raquídeas. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10 (39), 439-457.

EL BURNOUT EN PROFESORES DE EDUCACIÓN FÍSICA EN ESPAÑA. UN ESTUDIO DE REVISIÓN

ROBERTO RUÍZ BARQUÍN

Universidad Autónoma de Madrid

JOAQUÍN ÁLVAREZ FERNÁNDEZ

Consejería de Educación

BÁRBARA MACARENA DÍAZ CORTÉS

APCD

PABLO JOSÉ BORGES-HERNÁNDEZ

Universidad de La Laguna

1. INTRODUCCIÓN

El síndrome de burnout, también conocido como síndrome de desgaste profesional, se ha consolidado como una de las principales consecuencias del estrés laboral crónico prolongado en el tiempo (Maslach y Jackson, 1981; Schaufeli y Buunk, 2003). Este fenómeno, conceptualizado por Maslach y Jackson en 1981, ha sido desde entonces ampliamente investigado en diferentes áreas laborales, y se caracteriza por tres dimensiones fundamentales: el agotamiento emocional, la despersonalización y la reducción de la realización personal. Dentro de las diferentes profesiones en las cuales se ha analizado el síndrome, ha sido sobre todo en ocupaciones que requieren una alta implicación interpersonal, como las profesiones sanitarias, las fuerzas de seguridad o el ámbito educativo (Gil-Monte, 2012; Maslach et al., 2001) donde más se han llevado a cabo estos estudios.

Uno de estos contextos es el ámbito educativo, donde el profesorado se encuentra como uno de los grupos que más afectados están por el estado del síndrome de burnout debido a las exigencias emocionales, la presión administrativa, las demandas institucionales y la relación constante con el alumnado y sus familias (Esteve, 1994a, 1994b).

Sin embargo, dentro del conjunto del profesorado, los docentes de Educación Física (EF), especialmente aquellos que imparten clase en la etapa de Educación Secundaria, han recibido una atención considerablemente menor por parte de la literatura científica si se compara con profesores de otras disciplinas académicas. A pesar de estar expuestos a condiciones específicas que podrían favorecer la aparición de este síndrome, el número de investigaciones dedicadas a este grupo es relativamente escasa. Este hecho resalta la necesidad de profundizar en la investigación sobre los factores de riesgo y las particularidades del burnout en el profesorado de Educación Física.

1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA DE EDUCACIÓN FÍSICA

La Educación Física se distingue por una serie de particularidades que la hacen diferente de otras materias dentro del currículo educativo. A diferencia de otras especialidades, la enseñanza de la Educación Física se lleva a cabo en espacios más amplios y abiertos dentro de los centros educativos, como pueden ser las pistas polideportivas, los gimnasios, patios e incluso en ocasiones, y si la situación geográfica del centro la permite, en zonas o espacios aledaños. Esto conlleva que el nivel de implicación a nivel no sólo psicológico, sino físico por parte de los docentes y los discentes sean mayores, y que las dinámicas de las clases sean completamente distintas a otras materias.

Estas particularidades pueden generar un estrés profesional distinto al de otras especialidades docentes (Cervelló et al., 1999). A estos aspectos se deben añadir otras particularidades de la materia, como puede ser el hecho de mantener dentro de una clase un ambiente dinámico y de trabajo mientras se tienen que producir las adaptaciones necesarias para el alumnado que no lo puede llevar a cabo, o incluso en función de la actividad que se está desempeñando, un aumento del riesgo de lesiones durante la práctica de las tareas.

La Educación Física, además, es una materia que en ocasiones no goza del reconocimiento que, si tienen otras materias, lo que puede llegar a provocar que el profesorado de Educación Física se enfrente a una falta de reconocimiento institucional o una percepción de menor valor

académico de su labor profesional, lo cual también puede influir negativamente en su bienestar profesional (Díaz y Barroso, 2008).

1.2. ESTRÉS PROFESIONAL EN EL PROFESORADO DE EDUCACIÓN FÍSICA

Diversos estudios indican que los docentes de Educación Secundaria son vulnerables al estrés debido a las altas demandas académicas y emocionales derivadas de los estudiantes (Esteve, 1994a, 1994b). Dentro de la etapa de la adolescencia, con importantes cambios a nivel emocional, físico y social, el conjunto de los discentes es un grupo que en ocasiones puede ser difícil de manejar.

Esta situación puede ser más compleja en el caso de la materia de Educación Física, ya que a los efectos anteriores se debe añadir la singularidad de la propia materia, que involucra más interacción física y emocional con el conjunto del alumnado (Larson y Silverman, como se citó en Luis et al., 2012). Esta materia, cuyas características han sido expuestas con anterioridad en cuanto a espacios, dinámicas en el aula y riesgo de lesiones, incrementa la presión emocional sobre el docente, lo cual puede provocar que aumenten las probabilidades de experimentar el síndrome de burnout (Cervelló et al., 1999).

Por otro lado, las características de algunos contenidos y actividades propuestas que están muy relacionadas con actividades deportivas pueden generar situaciones de competitividad dentro de la asignatura, que puede llegar a provocar una presión adicional para el profesorado. En ocasiones, las expectativas de rendimiento que tienen los discentes, o su falta de interés, junto con la necesidad de mantener un ambiente motivador en el aula por parte del profesor, así como una dinámica respetuosa e inclusiva, pueden provocar que los docentes experimenten situaciones de estrés (Barona et al., 2018), lo cual puede llevar a aumentar las probabilidades de experimentar una situación de síndrome de burnout. En este sentido, dentro de la Educación Física el burnout puede verse intensificado por la interacción directa con los estudiantes, el ambiente físico de las clases y la falta de apoyo institucional adecuado, que puede llevar a aumentar el riesgo de desgaste profesional (Esteve, 1994a, 1994b).

1.3. ANTECEDENTES EN EL ÁMBITO DEL BURNOUT EN PROFESORADO DE EDUCACIÓN FÍSICA

Desde una perspectiva deportiva, y de forma específica desde la Psicología del Deporte, se han desarrollado múltiples estudios con deportistas, técnicos deportivos e incluso árbitros y jueces (Garcés, 1999, 2004; Garcés et al., 1994; Ruiz-Barquín et al., 2024; Weinberg y Gould, 2010). Sin embargo, la literatura científica sigue siendo limitada cuando el objeto de estudio es el profesorado de Educación Física, lo que destaca la importancia de efectuar más investigaciones dentro de este campo para poder conocer de una manera más completa cómo puede influir el síndrome de burnout en este grupo de trabajo.

En este sentido, el presente capítulo tiene como objetivo realizar una revisión sistematizada de la literatura nacional existente sobre la prevalencia, niveles y factores asociados al burnout en docentes de Educación Física en Educación Secundaria en España. A través de esta revisión, se pretende visibilizar una realidad poco explorada, identificar vacíos en la investigación actual y ofrecer recomendaciones para futuras líneas de estudio e intervención en este ámbito.

2. OBJETIVOS

El presente capítulo tiene por objetivos los siguientes aspectos para poder conocer mejor cómo el síndrome de burnout puede influir en el profesorado de Educación Física.

El objetivo principal es el que se muestra a continuación: describir los principales estudios realizados de burnout a nivel nacional con muestras de profesorado de Educación Física de Educación Secundaria en España, determinando las principales características de los mismos y los principales resultados obtenidos.

Un segundo objetivo sería el siguiente: determinar las principales lagunas de conocimiento existentes con el objetivo de proponer futuros estudios que pudieran atender a las deficiencias halladas.

3. METODOLOGÍA

Se ha accedido a las principales bases de datos con el objetivo de obtener los estudios principales donde tienen como objetivo el estudio del burnout en el profesorado de EF a nivel nacional: Web of Science, Scopus, PsycINFO, Dialnet y Google Académico (entre otras).

Los criterios de inclusión y exclusión han sido:

- 1. Estudios donde sólo se evalúen a profesorado de Educación Física que trabaje en territorio nacional (España). No se incluyen aquellos estudios donde la muestra nacional está integrada dentro de una muestra internacional más amplia.
- 2. Estudios donde de forma específica se analicen los niveles de burnout en profesores de Educación Física no como subgrupo de un colectivo mayor de docentes de secundaria en general. Sin embargo, sí se admiten estudios de múltiples muestras dentro del ámbito deportivo, donde un subgrupo diferenciado de ellos sea profesores de Educación Física (comparación con otros profesionales del deporte como técnicos deportivos, jueces y árbitros, etc.).
- 3. La revisión bibliográfica realizada no tiene el objetivo principal de no ser exhaustiva, pero sí de destacar las características de los principales estudios de referencia.

4. RESULTADOS

En base a los objetivos planteados, y tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión establecidos, se identificaron un total de 22 estudios que abordan de forma específica el síndrome de burnout en docentes de Educación Física en el ámbito de la Educación Secundaria en España. Estos estudios han sido publicados entre 1981 y 2025, reflejando un interés creciente en los últimos años, aunque aún limitado en comparación con otras especialidades docentes o profesionales del ámbito deportivo. En este sentido, los trabajos identificados pueden agruparse en función de distintos enfoques metodológicos y objetivos

principales. A continuación, la tabla 1 sintetiza sus principales características y a modo de resumen se presentan los principales hallazgos.

Los resultados de los artículos analizados muestran:

- 1.- Existe un mayor número de estudios empíricos que aquellos teóricos y de revisión;
- 2.- La mayoría de los estudios revisados analizan el burnout en relación con otras variables, como son el estrés laboral, la resiliencia, el compromiso, la motivación, y otras variables personales, sociodemográficas, profesionales y contextuales de las características del centro educativo donde trabajan.
- 3.- Los estudios empíricos difieren en el número de participantes evaluado, diferenciando aquellos con un elevado número muestral ($n \geq 200$), medio ($100 \leq n < 200$), y bajo número muestral ($n < 100$).

A pesar de que en la mayoría de los estudios empíricos aplican instrumentos derivados del modelo trifactorial de burnout propuesto por Maslach y Jackson (1981), la utilización de diferentes instrumentos de evaluación dificulta el establecimiento de comparaciones entre estudios. En cualquier caso, en la mayoría de los estudios, la prevalencia del burnout no es precisa, y se basa en una estimación de intervalos porcentuales excesivamente amplios y poco precisos y se determina cuál de los tres factores de los instrumentos derivados de este instrumento.

TABLA 1. Cuadro resumen de las principales referencias encontradas y analizadas respecto al estudio del burnout en profesores de Educación Física a nivel nacional

Referencia	Objetivo	Metodología	Participantes	Instrumentos y variables	Diseño	Principales resultados	Discusión / Limitaciones	Implicaciones prácticas
Sánchez-Oliva et al. (2014)	Analizar cómo la frustración de las necesidades psicológicas básicas predice motivación y burnout en docentes de EF.	Cuantitativa	357 docentes EF: 231 hombres y 126 mujeres; centros públicos y concertados a nivel nacional.	Frustración de Necesidades Psicológicas Básicas (autonomía, competencia, relaciones); cuestionario MBI-ES.	Correlacional transversal	La frustración de competencia predice agotamiento emocional, cinismo y la baja motivación intrínseca.	Sugieren estudios longitudinales; confirman la Teoría de la Autodeterminación.	Fomentar contextos escolares que apoyen las Necesidades Psicológicas Básicas para la prevención del burnout.
Fraille (2021)	Presencia de objetivos generales y objetivos específicos. Objetivos generales: identificar estresores y diseñar una escala específica para el profesorado de Educación Física.	Mixta	252 docentes de Educación Física: 141 hombres y 111 mujeres.	Escala de estrés, MBI, Necesidades Psicológicas Básicas, engagement, intención de abandono.	Ex post facto.	Bajo nivel de burnout, alto engagement. Agotamiento emocional vinculado con intención de abandono.	Resaltan la importancia de factores protectores y del diseño de instrumentos específicos.	Evaluar el desgaste emocional y engagement como mecanismo de prevención del abandono.
González et al. (2022)	Objetivo principal: realizar una revisión respecto a la prevalencia y factores relacionados con el burnout en docentes de Educación Física.	Revisión teórica sistemática no de metaanálisis.	46 estudios entre los años 2000-2022.	Cuestionario MBI; variables personales y organizacionales: estrés de rol; satisfacción; carga mental; entre otros.	Revisión narrativa mediante metodología PICOS.	Prevalencia del burnout en Profesorado de Educación Física: entre el 10 y el 30%. Se asocia este porcentaje tanto a factores personales y del contexto.	Estudios heterogéneos y mayoritariamente transversales; se necesita más evidencia longitudinal.	Mejorar condiciones laborales y apoyo institucional como principales estrategias para la prevención del burnout.
Vicente de Vera y Gabari (2019).	Estudiar la relación entre resiliencia y burnout en docentes de secundaria.	Cuantitativa	167 docentes (el 13.17% de la población objeto de estudio (n=1268): 94 mujeres (56.29%) y 73 hombres (38.92%)	Cuestionario MBI-GS (Salanova et al., 2010) y el Cuestionario de Resiliencia (Serrano, 2010).	Descriptivo y correlacional.	Solo 1.2% muestra burnout. Resiliencia actúa como factor protector.	Identifican variables protectoras: autoeficacia, afrontamiento, locus interno.	Fomentar la resiliencia y el desarrollo de competencias personales como principales mecanismos para la prevención y afrontamiento del burnout.
Prenadas et al. (2007)	Comparar síntomas de burnout entre entrenadores, jueces y Profesorado de Educación Física.	Mixta	44 sujetos: 15 profesores, 14 entrenadores, 15 árbitros.	Cuestionarios: POMS, CSSE, Escala de burnout; entrevista.	Descriptivo-comparativo.	25% en riesgo de burnout. No hay diferencia significativa entre roles.	Estados de ánimo y síntomas de sobreentrenamiento predicen burnout.	Incorporar estrategias psicológicas en la formación y seguimiento de docentes.

González-Valero et al. (2022)	Analizar niveles de estrés, burnout y resiliencia según género y situación laboral.	Cuantitativa	415 profesores de Educación Física. Edad media 28.78 años (DT=6.15)	Cuestionarios: MBI, Escala de Resiliencia CD-RISC, PSS, cuestionario ad hoc	Descriptivo y correlacional carácter transversal.	El burnout correlaciona positivamente con estrés y negativamente con resiliencia.	Muestra reducida y poco representativa; se sugieren estudios más amplios.	Desarrollar programas de intervención para fortalecer resiliencia y gestionar estrés (prevenirlo y afrontarlo).
Pascual et al. (2008)	Analizar las percepciones de los docentes sobre los factores que inciden en el burnout.	Cualitativa	18 docentes de Educación Física (4 hombres y 14 mujeres) de Ed. Primaria y Ed. Secundaria	Grupo de discusión (Focus Group).	Descriptivo	Los factores que contribuyen al burnout: el individualismo, las actitudes defensivas, la rutina, los estilos pasivos de afrontamiento. Factores protectores: cooperación, actitudes positivas, compromiso, vocación.	Estudio cualitativo con muestra reducida; no se cuantifican las prevalencias del síndrome.	Fomentar la cooperación y actitudes positivas; promover el compromiso y la vocación.
Coterón et al. (2019)	Analizar la incidencia de la satisfacción de las necesidades psicológicas sobre el burnout.	Cuantitativa	160 docentes de Educación Física (85 hombres y 75 mujeres).	Cuestionarios de satisfacción de Necesidades Psicológicas Básicas y burnout.	Correlacional	La satisfacción de la autonomía y la competencia predice el burnout como constructo unidimensional. La competencia predice todas las dimensiones del burnout.	Es un estudio transversal; no se establecen relaciones causales.	Promover la satisfacción de las Necesidades Psicológicas Básicas para prevenir el burnout.
Coterón y Franco (2019)	Analizar la relación entre la motivación y el compromiso del alumnado y el burnout del docente.	Cuantitativa.	28 docentes de Educación Física y 644 estudiantes.	Cuestionarios de motivación, compromiso y burnout.	Correlacional	Los alumnos cuyos profesores presentan bajo burnout muestran mayor motivación intrínseca, regulación identificada y compromiso comportamental.	Estudio transversal; no se realiza una exploración causal.	Implementar estrategias para reducir el burnout docente y mejorar la motivación estudiantil.

Por otra parte, se puede afirmar que varios estudios han centrado su atención en medir la prevalencia y los niveles de burnout en este colectivo. Por ejemplo, Ramos et al. (2022) hallaron niveles moderados de agotamiento emocional y despersonalización, siendo la dimensión de realización personal la que presentó mayores puntuaciones, indicando una percepción positiva del desempeño profesional a pesar del desgaste emocional. En ambos casos, se utilizó el Maslach burnout Inventory - Educators Survey (MBI-ES) como instrumento de evaluación (Maslach y Jackson, 1981).

En relación con los factores asociados al burnout en profesores de Educación Física, algunos estudios han abordado los factores psicosociales y contextuales asociados al burnout en docentes de Educación Física. Ramos et al. (2022) observaron una relación significativa entre el clima motivacional del centro educativo y los niveles de burnout, especialmente cuando el entorno era percibido como orientado al rendimiento más que al aprendizaje. Asimismo, destacaron la influencia del apoyo del equipo directivo y la autonomía docente como factores protectores frente al desgaste profesional (Díaz y Barroso, 2008).

En otra línea de investigación, algunos trabajos analizados han incluido a los profesores de EF como un subgrupo específico dentro de muestras más amplias del ámbito deportivo. Por ejemplo, en el estudio de Prendas et al. (2007) se compararon los niveles de burnout entre entrenadores, árbitros y docentes de Educación Física, encontrando que estos últimos presentaban mayores niveles de agotamiento emocional y menores niveles de apoyo social percibido. Esta diferencia fue atribuida a la presión institucional y a la falta de reconocimiento del área dentro del currículo escolar.

Mientras que, si se atienden a las diferencias en función del sexo, la experiencia y el contexto educativo, algunos estudios han explorado variables sociodemográficas como el sexo, la edad o los años de experiencia. En general, no se hallaron diferencias significativas en función del sexo, aunque en investigaciones como la de Pinel-Martínez et al. (2019) detectaron mayores niveles de agotamiento emocional en docentes noveles, frente a una mayor despersonalización en docentes con más de 15 años de experiencia. Además, el contexto rural o urbano también mostró influencia, siendo más acusadas las manifestaciones del burnout en centros ubicados en entornos urbanos, caracterizados por mayores ratios alumno-profesor y menor cohesión entre el claustro docente.

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a partir de la revisión de los principales estudios realizados en España sobre el síndrome de burnout en docentes de EF en Educación Secundaria revelan un fenómeno multifactorial, con

características y condicionantes específicos que lo diferencian de otros colectivos docentes.

En primer lugar, se constata que, aunque el burnout está presente en el profesorado de Educación Física, su prevalencia tiende a situarse en rangos moderados o incluso bajos en comparación con otros docentes, como señala Ramos et al. (2022), quienes apuntan una prevalencia estimada entre el 10% y el 30%, dependiendo del instrumento de medida. Esta variabilidad refleja la heterogeneidad metodológica de los estudios, así como la posible especificidad del perfil profesional del docente de Educación Física, donde la práctica física y la conexión con valores como el trabajo en equipo, la motivación o el juego podrían actuar como factores protectores.

Este posible efecto protector ha sido abordado desde diferentes enfoques. Sánchez-Oliva et al. (2014) destacan que la frustración de las necesidades psicológicas básicas (NPB), especialmente la de competencia, actúa como un potente predictor del burnout, en línea con la Teoría de la Autodeterminación. En este sentido, cuando el docente de Educación Física percibe que no puede desarrollar con eficacia su labor (por falta de recursos, de reconocimiento o por presión institucional), aumenta el agotamiento emocional y la desmotivación. De forma paralela, Fraile (2021) refuerza la importancia de considerar los estresores contextuales específicos de la asignatura, proponiendo incluso una escala ad hoc para evaluar estos factores.

La resiliencia, como variable moderadora, aparece de forma consistente en los estudios revisados (González-Valero et al., 2022; Prendas et al., 2007). Estos trabajos coinciden en señalar que una mayor resiliencia se asocia a menores niveles de burnout, actuando como factor de amortiguamiento frente al estrés. Factores personales como la autoeficacia, el locus de control interno o las estrategias de afrontamiento constructivo son reiteradamente señalados como variables clave para reducir la vulnerabilidad al desgaste profesional.

Otro aspecto relevante es la importancia del contexto institucional. Prendas et al. (2007) y Ramos et al. (2022) subrayan cómo elementos como la sobrecarga laboral, la ambigüedad de rol, la falta de recursos o el bajo estatus del área de EF pueden contribuir al desarrollo del

burnout. Esto evidencia la necesidad de políticas educativas más sensibles a las condiciones de trabajo específicas de los docentes en EF, especialmente en lo relativo a instalaciones, equipamiento, ratios y reconocimiento profesional.

No obstante, varios de los estudios revisados presentan limitaciones que deben ser consideradas. La mayoría de ellos utilizan diseños transversales, lo que impide establecer relaciones de causalidad claras entre variables (Sánchez-Oliva et al., 2014; González-Valero et al., 2022). Además, algunos estudios cuentan con muestras pequeñas o no representativas, lo que limita la generalización de los hallazgos. También se ha detectado la escasa presencia de investigaciones longitudinales o con enfoque mixto que permitan integrar datos cualitativos y cuantitativos para una comprensión más profunda del fenómeno.

En conjunto, los estudios revisados apuntan hacia la necesidad de seguir profundizando en el burnout del profesorado de Educación Física desde un enfoque multidimensional, considerando tanto las variables personales (resiliencia, motivación, autoeficacia) como las organizacionales (condiciones laborales, apoyo institucional, reconocimiento profesional).

6. CONCLUSIONES

La revisión realizada evidencia una notable escasez de estudios centrados específicamente en el análisis del burnout en el profesorado de Educación Física de Educación Secundaria en el contexto español. La mayoría de las investigaciones disponibles incluyen al profesorado de Educación Física como parte de muestras más amplias o sin desagregación detallada por especialidad, lo que dificulta establecer datos concretos y fiables sobre la prevalencia del síndrome en este colectivo.

Los estudios revisados apuntan a que los docentes de Educación Física presentan niveles moderados de burnout, con una manifestación destacada del agotamiento emocional como dimensión más afectada. Asimismo, se identifican múltiples factores estructurales y organizacionales como la sobrecarga laboral, la ambigüedad de rol, la falta de recursos o el bajo reconocimiento institucional que pueden favorecer la aparición

del burnout, especialmente cuando se combinan con una baja percepción de autoeficacia o frustración de las necesidades psicológicas básicas.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de seguir investigando el burnout en este colectivo desde una perspectiva más específica y contextualizada. En particular, se requiere el desarrollo de estudios longitudinales con muestras representativas y metodologías mixtas que permitan comprender no solo la prevalencia, sino también la evolución del síndrome y los factores de riesgo o protección asociados. Del mismo modo, resulta fundamental diseñar estrategias de prevención e intervención adaptadas a las particularidades del área de Educación Física, promoviendo entornos escolares que favorezcan el bienestar docente y la resiliencia profesional.

7. AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas que han sido claves para el desarrollo de este capítulo. En primer lugar, a Joaquín Álvarez Fernández, profesor de Educación Física de Secundaria en la Comunidad de Madrid. En segundo lugar, a Bárbara Macarena Díaz Cortés de la APCD, por su orientación y colaboración, siempre dispuesta a ofrecer su conocimiento y experiencia. En último lugar, a Pablo José Borges-Hernández, de la Universidad de La Laguna, cuyas sugerencias han sido muy importantes para la estructuración y profundidad en la elaboración de este documento.

Gracias a todos por su tiempo, dedicación y apoyo.

8. REFERENCIAS

- Guerrero Barona, E., Gómez del Amo, R., Moreno Manso, J. M., & Guerrero Molina, M. (2018). Factores de riesgo psicosocial, estrés percibido y salud mental en el profesorado.
- Cervelló, E., Escartí, A., & Balagué, G. (1999). Relaciones entre la orientación de metas disposicional y la percepción de habilidad con la satisfacción, las creencias sobre las causas del éxito en educación física y la intención de ser físicamente activo. *Revista de Psicología del Deporte*, 8(1), 7-23.

- Coterón, J., Acha, A., & Franco, E. (2019). Incidencia de la satisfacción de las necesidades psicológicas básicas sobre el burnout experimentado por los profesores de Educación Física. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, (426), 281-288.
- Coterón, J., & Franco, E. (2019). Relación entre la motivación y el compromiso del alumnado en educación física y el burnout del docente. *Sportis*, 5(1), 101-117. <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.1.3634>
- Díaz González, P., & Barroso Osuna, J. (2008). Satisfacción del profesorado de Educación Física en educación secundaria. *EFDeportes.com*, 13(122).
- Esteve, J. M. (1994a). *El síndrome de burnout en los docentes: Un estudio empírico*. Ediciones del Ser
- Esteve, J. M. (1994b). *El malestar docente: El profesor frente al deterioro de la enseñanza*. Paidós.
- Fraile, J. (2021). *Estrés laboral, frustración de necesidades psicológicas básicas, burnout y engagement en profesorado de educación física de la enseñanza pública*. Tesis doctoral no publicada. Universidad Autónoma de Madrid.
- Garcés de los Fayos Ruiz, E. J., Reyes-Puerta, S., & Olmedilla-Zafra, A. (1994). Creación de un instrumento de medida de burnout en árbitros de fútbol. *Área de Psicología del Deporte y Control Motor-Rendimiento Deportivo*, 315-322.
- Garcés de los Fayos, E. (1999). *burnout en deportistas: Conceptualización y estrategias de intervención*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Garcés de los Fayos, E. (2004). *burnout en entrenadores deportivos: Bases teóricas y estrategias de intervención*. Universidad de Murcia.
- Gil-Monte, P. R. (2012). *El síndrome de quemarse por el trabajo (burnout): Una enfermedad laboral en la sociedad del bienestar*. Pirámide.
- González-Valero, G., Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., Corral-Pernía, J. A., Melguizo-Ibáñez, E., & Puertas-Molero, P. (2022). Condición psicosocial de los profesores de Educación Física según las características sociodemográficas. *Retos*, 44, 1090-1098. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.91907>
- Luis, R. E., Bustos, J. F., Suárez, A. D., & Jordán, O. C. (2012). Las conductas que alteran la convivencia en las clases de educación física. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 12(47), 459-472.
- Maslach, C., & Jackson, S. E. (1981). The measurement of experienced burnout. *Journal of Occupational Behavior*, 2(2), 99-113. <https://doi.org/10.1002/job.4030020205>

- Maslach, C., Schaufeli, W. B., & Leiter, M. P. (2001). Job burnout. *Annual Review of Psychology*, 52, 397-422.
<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.397>
- Pascual, C., Pañego, M. C., & Herrero, E. G. (2008). El pensamiento de los profesores de educación física sobre los factores que inciden en el síndrome del burnout. *Revista Fuentes*, (8), 84-102.
- Pinel-Martínez, C., Pérez-Fuentes, M. D. C., & Carrión-Martínez, J. J. (2019). Investigación sobre el "burnout" en docentes españoles: Una revisión sobre factores asociados e instrumentos de evaluación. *Bordón: Revista de pedagogía*, 71(1), 115-131. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2019.62122>
- Prendas, J. L., Castro, W., & Vargas, G. A. (2007). Identificación y comparación de síntomas de desgaste físico y mental en árbitros, entrenadores y educadores físicos. *PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 5(1), 55-69.
<https://doi.org/10.15517/pensarmov.v5i1.361>
- Ramos, M., Ramos, F., & Vicente, F. (2022). Estrés y burnout en profesores de educación física. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 2(1), 269-286.
- Ruiz-Barquín, R., García-Naveira, A. & Prats, A. (2024). Descripción de los niveles de burnout en una muestra de jóvenes deportistas y su relación con la percepción y preferencias de liderazgo. *Retos*, 61, 832-852.
<https://doi.org/10.47197/retos.v61.104784>
- Sánchez-Oliva, D., Sánchez-Miguel, P. A., Pulido-González, J. J., López-Chamorro, J. M., & Cuevas Campos, R. (2014). Motivación y burnout en profesores de educación física: incidencia de la frustración de las necesidades psicológicas básicas. *Cuadernos de psicología del deporte*, 14(3), 75-82.
- Vicente de Vera, M. I. & Gabari-Gambarte, M. I. (2019). burnout y Factores de Resiliencia en Docentes de Educación Secundaria. *International Journal of Sociology of Education*, 8(2), 127-152.
<https://doi.org/10.17583/rise.2019.3987>
- Weinberg, R. S., & Gould, D. (2010). *Fundamentos de psicología del deporte y del ejercicio físico*. Ariel.

EL LADO INVISIBLE DEL SILBATO: UN ESTUDIO DEL BURNOUT EN ÁRBITROS

BARBARA MACARENA DÍAZ CORTÉS
APCD

PABLO JOSÉ BORGES-HERNÁNDEZ
Universidad de La Laguna

JOAQUÍN ÁLVAREZ FERNÁNDEZ
Consejería de Educación

ROBERTO RUÍZ BARQUÍN
Universidad Autónoma de Madrid

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto del deporte moderno, la figura del árbitro se ha convertido en un actor clave cuya labor influye directamente en el desarrollo y resultado de las competiciones. A pesar de ello, la presión a la que están sometidos, las exigencias físicas, psicológicas y sociales, así como la constante exposición al juicio público, los convierten en un colectivo particularmente vulnerable al estrés laboral crónico, conocido como síndrome de burnout. Tradicionalmente asociado a profesionales de la salud y la educación, el burnout ha ido adquiriendo relevancia en el ámbito deportivo, extendiéndose a entrenadores, deportistas y, más recientemente, a los árbitros.

Por otra parte, el término "burnout" fue acuñado por Freudenberger (1974) y más ampliamente desarrollado por Maslach y Jackson (1981), quienes lo definieron como una respuesta al estrés laboral crónico que se manifiesta en tres dimensiones principales: agotamiento emocional, despersonalización y baja realización personal. Se debe comprender al burnout, tal y como lo define Freudenberger (1974), como un desgaste profesional, lo cual lleva implícito un proceso disfuncional de deterioro cognitivo y emocional. Este desgaste consiste básicamente en un

proceso de pérdida lenta, pero considerable del compromiso e implicación personal en la tarea realizada, como resultado de estar implicado durante períodos extensos de tiempo a situaciones que afectan emocionalmente al individuo (Pines et al., 1981). Pudiendo producirse este hecho tanto en el ámbito personal, laboral como deportivo, así como en las dimensiones a nivel emocional, cognitiva, conductual y social.

Dentro de las principales aportaciones, destacan los trabajos de Maslach y Jackson (1981), en el ámbito profesional, quienes entienden el concepto como un síndrome tridimensional caracterizado por tres grandes:

- **1. Agotamiento emocional:** se refiere a las sensaciones de sobreesfuerzo físico y preocupación emocional como resultado de las continuas interacciones entre trabajadores.
- **2. Despersonalización:** supone el desarrollo de actitudes y respuestas cínicas hacia las personas a quienes los trabajadores prestan sus servicios.
- **3. Reducida realización personal:** relacionado con la pérdida de confianza en la ejecución de las actividades y la presencia de un negativo autoconcepto, como resultado muchas veces inadvertidas, de situaciones ingratas.

En el caso de los árbitros, el agotamiento emocional se relaciona con la fatiga acumulada por la toma constante de decisiones en contextos de alta presión; la despersonalización puede manifestarse en actitudes negativas hacia los jugadores, entrenadores o el público; y la baja realización personal se vincula con una percepción de ineficacia o fracaso profesional (Cabrera-Gordillo y Bravo-Navarro, 2023).

Asimismo, dado el cariz y la importancia que toma este concepto, el síndrome de burnout se ha estudiado, no solo desde la psicología general, sino en otros ámbitos como en enfermería, profesorado, policías, y todas aquellas profesiones con un contacto directo con personas (Gil-Monte, 2003; Amiri, et al., 2024), y profesiones de ayuda, como médicos, psicólogos y docentes, aunque investigaciones más recientes lo han incorporado al campo del deporte (Goodger et al., 2007, Glandorf et al., 2025). Específicamente desde la Psicología de Deporte, en donde se ha

centrado su trabajo desde etapas de formación hasta el alto rendimiento, este constructo se ha convertido en uno de los indicadores de malestar más estudiado en el ámbito físico-deportivo. En este ámbito, el burnout se ha observado tanto en atletas como en entrenadores, y su aparición se relaciona con factores como la sobrecarga de entrenamiento, la presión por el rendimiento, y la falta de apoyo social. En el caso de los árbitros, se suma la exigencia de imparcialidad, la presión por parte de medios y aficionados, así como la escasa valoración social de su rol (Dodt et al., 2023). Pero, en cualquier caso, se debe mencionar que debido a los escasos estudios específicos los análisis se suelen realizar con población general o en el mejor de los casos con deportistas.

En esta línea y desde la óptica de la medición del rendimiento deportivo se han sucedido de forma continua investigaciones hasta considerar el burnout como el principal causante del abandono deportivo y otorgarle una enorme incidencia tanto en el deportista como en el entrenador en su rendimiento deportivo (García-Parra et al., 2016). Sin embargo, los primeros estudios sobre el tema aparecen con los trabajos de Garcés de los Fayos (2004), en el que se cataloga a los deportistas como población de alto riesgo en lo que respecta su salud a nivel psicológico. Y se propone a raíz del modelo teórico que comparte Garcés de los Fayos y Cantón (2007), la intervención como manera de prevención.

Desde este punto de vista, y dado que numerosas actividades atléticas y deportivas tienen lugar en condiciones de nivel competitivo, es aquí en donde el rendimiento adquiere una importancia extraordinaria. De él depende no sólo el éxito profesional de los participantes, sino también de la propia autoestima y valoración social que recibe cada individuo. La competición se convierte así en una poderosa fuente de estrés y ansiedad en el deportista, árbitro o entrenador, donde se ven sometidos a una gran presión por rendir de modo óptimo, y aparecen las dudas o temores de fracaso y desaprobación por otras personas.

Según Silva (1990), las excesivas cargas físicas y psicológicas a las que se someten los deportistas tienen consecuencias negativas a nivel psicofisiológico en ellos; como consecuencia del sobreentrenamiento, definido como una respuesta poco adaptativa al estrés del entrenamiento que se suele producir por la continua exposición a altos niveles de estrés

antes, durante y después del mismo, por no gozar de periodos de descanso óptimos. Esta asociación estrés-entrenamiento tiene como consecuencia el deterioro de las capacidades de respuesta lo cual conduce a la aparición del síndrome de sobreentrenamiento que precede al burnout. Igualmente, en cualquier momento de esta cadena el burnout puede llevar al abandono de la actividad.

En esta línea y específicamente atendiendo al colectivo arbitral, algunos estudios han identificado factores de riesgo específicos (similares a los que aparecen en deportistas). Entre ellos destacan la frecuencia de arbitraje (competición), el nivel de la competición, la edad y experiencia del árbitro, así como el clima organizacional y la percepción del apoyo institucional (Taylor et al., 1990; Guillén y Feltz, 2011).

En este sentido, Taylor et al. (1990), encontraron que la edad estaba negativamente relacionada con el burnout en árbitros de fútbol, sugiriendo que el estrés total percibido y el burnout sólo tenían efectos indirectos sobre las intenciones de abandono. E indicando que variables personales como la resiliencia, la regulación emocional y el estilo de afrontamiento influyen de manera significativa en la probabilidad de desarrollar burnout (Wang et al., 2023).

Dado que esta investigación se centra en el estudio del burnout en árbitros de deportes acuáticos, y considerando que esta no es una disciplina profesionalizada, se ha de destacar la gran acumulación de carga emocional que puede suponer arbitrar una competición de natación. Es importante destacar que uno de los momentos más estresantes en este tipo de competición suele ser las llegadas que se suceden en centésimas de segundos, pero la competición total puede durar varias horas, o las innumerables y rápidas decisiones que debe considerar un árbitro de waterpolo en cada partido. De ahí la importancia de este tipo de estudio que permitan sentar las bases de futuras intervenciones con el colectivo con la finalidad de mejorar su rendimiento, pero sobre todo atender a su salud mental.

Por otra parte, se debe considerar que la pasión es una fuerte inclinación de la persona hacia una actividad importante en su vida cotidiana, lo cual autodefine a la persona y le hace dedicar tiempo y energía a la actividad (Vallerand, 2010). En esta línea, y considerando que en estas

disciplinas se compite de forma individual (natación, saltos, aguas abiertas, salvamento y socorrismo, etc.) y de manera grupal (artística y waterpolo), los árbitros, tanto en entrenamientos como en competición están sometidos a altos niveles de estrés que se pueden manifestar de diferentes maneras, tanto a nivel de pensamientos como a nivel físico.

Algunos estudios realizados en nadadores (Aranzana et al., 2015), dan cuenta que el deportista posee una capacidad individual para controlar el estrés percibido y alcanzar una recuperación de manera óptima a las cargas de entrenamiento lo que puede estar relacionado con la utilización de determinadas estrategias de afrontamiento. ¿Pero tiene esta capacidad el árbitro?; ¿cómo afronta el árbitro una competición o partido?

Por todo lo nombrado anteriormente se comprende que el burnout es un concepto estudiado y rodeado de diversos modelos y teorías que determinan características similares, pero no en su totalidad. Existiendo casos en los que el árbitro (deportista) puede estar en su mejor momento de rendimiento, pero no lo disfruta y abandona su carrera deportiva. Asimismo, el desempeño deportivo puede ir en descenso y los síntomas de burnout pueden aparecer como respuesta al continuo estrés que experimentan como deportistas.

Es por ello, que deben afrontar distintas situaciones a través de las estrategias de afrontamiento (Andrade et al., 2005; Molinero et al., 2010) que son las conductas (motoras y cognitivas) que se ponen en marcha ante situaciones percibidas como amenazantes. Es decir, situaciones en las que la demanda puede sobrepasar los recursos del individuo para salvaguardar su bienestar (Lazarus y Folkman, 1986) y su salud mental. Si se consiguiera que el árbitro (como deportista) no sintiera ansiedad ante la competición estas estrategias no serían necesarias, por lo que no se pondrían en marcha (Márquez, 2006). De esta manera destacan los trabajos de Ramos (1999) quien resume los pasos de la intervención para el afrontamiento del burnout en:

- 1) Modificar los procesos cognitivos de autoevaluación de los profesionales (entrenamiento en técnicas de afrontamiento, principalmente a las orientadas a la tarea/solución de problemas).

- 2) Desarrollar estrategias cognitivo-conductuales que eliminen o neutralicen las consecuencias del burnout.
- 3) Desarrollar habilidades de comunicación interpersonal, habilidades sociales y asertividad.
- 4) Fortalecer las redes de apoyo social.
- 5) Disminuir y, si es posible, eliminar los estresores organizacionales.

2. OBJETIVOS

Este estudio busca describir y analizar los niveles de burnout en árbitros de disciplinas acuáticas de alto rendimiento de España y Chile, comparar la muestra según tipo de disciplina (individual o colectiva), nacionalidad, categoría, experiencia y género, y analizar posibles implicaciones para el diseño de estrategias de afrontamiento y la creación de programas de prevención y acompañamiento deportivo.

3. METODOLOGÍA

Se evaluó a 48 árbitros (20 chilenos: 15 mujeres; 28 españoles: 15 mujeres), con edad $M=36.10$ ($DT=15.96$) años y experiencia de $M=10.27$ ($DT=10.24$) años, seleccionados por su pertenencia a ambas federaciones nacionales. La medición cuantitativa de los niveles de burnout se ha realizado a través del Inventario de Burnout Deportivo (BDI) adaptado al español por Garcés de los Fayos, 2004) a partir del Maslach Burnout Inventory (Maslach y Jackson, 1981). El objetivo de su aplicación es la medición del desgaste deportivo y puntuación individual de las tres dimensiones del burnout propuestas por los autores originales: agotamiento emocional, reducida realización personal y despersonalización, estando este inventario conformado por 30 ítems medidos a través de un formato tipo Likert de cinco pasos de respuesta (desde 1 = nunca he sentido esto, hasta 5 = pienso o siento esto diariamente).

La administración de pruebas se realizó minutos antes de una competición, exponiendo que la participación era voluntaria y contando con el

consentimiento informado de los mismos cumpliendo con los principios de la Declaración de Helsinki (2012). Para el tratamiento de los datos se utilizó el programa IBM SPSS Statistics (versión 27.0) estableciendo el nivel de significación en $p < 0.05$.

Con el objetivo de analizar los diferentes datos obtenidos de la investigación, en un diseño transversal, se compararon los tres factores de burnout (agotamiento, despersonalización y reducida realización personal) mediante descriptivos básicos de tendencia central (media) y dispersión (desviación típica). A su vez se realizaron las pruebas correspondientes de normalidad mediante el análisis estadístico Shapiro-Wilk. Una vez realizada esta prueba, se procedió a través de análisis de medias para muestras independientes mediante la prueba U de Mann-Whitney para comparar considerando disciplina, experiencia, nacionalidad, nivel o género, y la prueba *Chi* cuadrado con la estimación del tamaño del efecto a través de la prueba *V* de Cramer.

4. RESULTADOS

Con la intención de determinar los niveles de burnout en árbitros se determinaron las puntuaciones promedio y desviaciones de las pruebas aplicadas (Tabla 1). Los resultados indican que el 35.42% de los árbitros presenta muy bajo riesgo de burnout, el 41.67% bajo riesgo, el 16.67% riesgo medio y el 6.25% alto riesgo.

No se hallaron diferencias significativas en las puntuaciones globales de burnout entre árbitros españoles y chilenos, ni en función del nivel o el deporte arbitrado ($p > .05$). Sin embargo, el factor Despersonalización mostró diferencias significativas ($p < .05$) al comparar la muestra en función del sexo, con puntuaciones más altas en hombres (20 vs. 15.16); del deporte, con puntuaciones más altas en los árbitros de modadlides individuales (14.9 vs. 14.5); y la experiencia, con puntuaciones más altas en los inexpertos (18.73 vs. 14.54). Del mismo modo, los árbitros con más de 10 años de experiencia (expertos) presentaron menores niveles en Agotamiento ($p < .05$) frente a los inexpertos (13.54 vs. 17.34).

TABLA 1. Estadísticos descriptivos de los participantes en función del país y la modalidad.

	ESPAÑA				CHILE			
	NATACIÓN		WATERPOLO		NATACIÓN		WATERPOLO	
	HOM-BRE	MUJER	HOMBRE	MUJER	HOM-BRE	MUJER	HOM-BRE	MUJER
Realización	20.0 (12.0)	31.90 (5.53)	28.80 (5.20)	26.20 (5.38)	22.33 (4.95)	33.50 (8.39)	31.33 (5.50)	-
Desperso-nalización	14.3 (4.05)	13.70 (3.78)	22.00 (9.25)	17.00 (3.78)	19.00 (7.07)	20.00 (4.36)	15.53 (4.58)	-
Agotamiento	12.3 (6.66)	13.40 (5.26)	17.20 (6.23)	22.40 (4.50)	13.67 (2.12)	19.50 (4.93)	15.13 (4.03)	-
Burnout	6.67 (13.32)	-4.80 (11.99)	10.40 (13.57)	13.200 (9.11)	10.33 (4.24)	6.00 (17.61)	-.67 (7.96)	-

Por otra parte, la tabla 2, muestra los coeficientes de contingencia en función de la modalidad deportiva que se arbitra, el seso, la edad, la experiencia, el nivel y la zona, hallando diferencias significativas (coeficiente de contingencia= 103.84; $p<.05$; $V=.74$) en despersonalización en función del nivel y (coeficiente de contingencia= 97.13; $p<.05$; $V=.71$) en agotamiento en función de la modalidad deportiva.

TABLA 2. Contrastes realizados a través de la prueba Chi cuadrado en función de las variables consideradas en el estudio.

	Realización				Desperso-nalización				Agotamiento				Burnout			
	Valor	gl	sig.	V Cramer	Valor	gl	sig.	V Cramer	Valor	gl	sig.	V Cramer	Valor	gl	sig.	V Cramer
De- porte	81.8	80	.42	0.65	87.82	72	.10	.68	97.1	68	.01	.71	133.7	112	.08	.83
Sexo	20.1	20	.45	0.65	21.33	18	.26	.67	8.32	17	.96	.42	31.29	28	.30	.81
Edad	62.4	60	.39	0.67	64.32	54	.16	.68	56.3	51	.28	.64	NaN	84	NaN	.77
Exp	69.1	60	.20	0.69	52.46	54	.53	.6	55	51	.33	.62	82.31	84	.53	.76
Nivel	97.7	80	.09	0.71	103.8	72	0.01	.74	79.1	68	.17	.64	115	112	.4	.77
Zona	15.8	20	.73	0.63	NaN	18	NA	.81	NaN	17	NaN	.55	NaN	28	NaN	.89

Leyenda: Exp: Experiencia arbitral

5. DISCUSIÓN

Con objeto de determinar los niveles de burnout en una muestra de árbitros de disciplinas acuáticas de alto nivel, y hallando que el 22.92% de los árbitros ($n=11$) presentan niveles medios o elevados de burnout. Datos que pueden explicarse debido al cumplimiento de diferentes objetivos a lo largo de la temporada, y a su vez la suma de resultados positivos de cada uno tanto a nivel individual como grupal. Además, el alcanzar dichos objetivos tiene un efecto positivo a nivel personal y su bienestar psicológico.

Estos hallazgos revelan que, aunque la mayoría de los árbitros muestran riesgo bajo o medio de burnout, 11 árbitros se encuentran en zona de alto riesgo, coincidiendo con porcentaje de casos similares a los hallados en estudios previos en deportistas (Gustafsson et al., 2017).

Por su parte Garcés de los Fayos (2004), plantea que mientras más recompensas y satisfacción tenga el árbitro (deportista) este estará en buen estado y mantendrá su compromiso deportivo. En este sentido, la ausencia de diferencias por nacionalidad sugiere que los factores de burnout trascienden contextos culturales en este colectivo y que el desarrollo de burnout en estas disciplinas deportivas puede deberse a la rutina personal del árbitro y del deporte, en lo que respecta a lo repetitivo que supone una competición de natación, de saltos o la fase técnica en natación artística.

Las diferencias en Despersonalización según género y experiencia reflejan un patrón documentado en deportistas masculinos de élite (Olmedilla et al., 2019), asociado a estereotipos de roles y mayor exposición a conflictos. En relación con la diferencia por sexo en la que los hombres presentan un mayor nivel de despersonalización en relación con el grupo de mujeres. Por lo que se debe considerar para futuras intervenciones a nivel de prevención del burnout que los hombres reaccionarán de una manera diferente a las mujeres, tal y como han encontrado estudios previos como los de Olmedilla et al., (2019).

Asimismo, atendiendo a la edad, los datos hallados en este estudio parecen contradecir los resultados expuestos por Taylor et al. (1990), quienes encontraron que la edad estaba negativamente relacionada con el burnout. Del mismo modo, y atendiendo a la variable experiencia de los árbitros analizados, considerando que no se aprecian diferencias significativas, se puede inferir que el mayor agotamiento en árbitros con mayor edad o con menor experiencia podría vincularse a la acumulación de estrés extradeportivo y que trasciende al ámbito arbitral. Es en este factor donde el apoyo social y poder manifestar sus emociones se vuelve clave en su día a día. Y dónde puede aparecer un mayor riesgo de padecer el síndrome de burnout en un futuro de su carrera deportiva, debido a los compromisos personales (considérese que la muestra analizada, aun siendo de máximo nivel es amateur), dado que en muchos casos se está estudiando y/o trabajando simultáneamente a la práctica deportiva. Observando dificultades para compatibilizar sus horarios y sus responsabilidades personales y deportivas.

Sin embargo, si se analiza el riesgo a padecer burnout en función del nivel, se encuentran valores más altos en los jueces de menor nivel y un repunte en aquellos de máximo nivel, aunque estos datos no parecen ser estadísticamente significativos. Esto quizás pueda explicarse por las características individuales de los árbitros analizados, sus objetivos deportivos que se marquen individualmente, lo que se puede traducir en mayor autopercepción de estrés y puede desencadenar el padecimiento de burnout.

En relación a las principales estrategias de afrontamiento que refieren conocer los deportistas, estas se relacionan con técnicas de relajación, seguida de respiración y visualización. Estas estrategias aparecen en Molinero et al. (2010), y se explican dado que los árbitros constantemente deben afrontar diferentes situaciones y tomar constantes decisiones que afectan a otras personas y el desarrollo de la propia competición. Por tal motivo desarrollan estrategias de afrontamiento a nivel cognitivo y motor que se ponen en marcha ante situaciones percibidas como amenaza. Es decir, situaciones en que la demanda puede sobrepasar los recursos que posee cada individuo para salvaguardar su bienestar psicológico.

Estas estrategias que aparecen de manera superflua en la muestra analizada, parecen dar pistas o indicaciones del camino que podría recorrer una futura intervención con el colectivo. Es por ello, que se reafirma lo fundamental que resulta que los árbitros adquieran estas estrategias con el paso del tiempo para poder afrontar de mejor manera las temporadas complicadas o cuando los resultados no sean los esperados y de tal manera puedan replantear sus objetivos y contar con los recursos necesarios para saber sobrellevar los altos y bajos del ámbito deportivo.

En cualquier caso, se debe mencionar que estos resultados presentan una serie de limitaciones relacionadas con la muestra analizada, que atendía únicamente a árbitros de modalidades acuáticas de España y Chile, siendo interesante ampliar la muestra considerada a otras disciplinas como el triatlón y a otros contextos culturales. Asimismo, y en base a los resultados expuestos, futuros estudios, deberían comprobar la eficacia de un programa de intervención centrado en la adquisición y mejora de estrategias individuales de afrontamiento, a partir de la propuesta de Martínez (2010) y que contemplaría el empleo de ejercicio físico, por su efecto tranquilizante y por su efecto ansiolítico; técnicas de relajación, referidas como las más aplicadas y conocidas por los participantes de este estudio en particular y por la literatura científica en general; biofeedback, técnicas de entrenamiento para el autocontrol voluntario de ciertas funciones corporales (ritmo cardiaco, ondas cerebrales, presión sanguínea y tensión muscular), con el fin de reducir la tensión y los síntomas somáticos relacionados con el estrés; técnicas cognitivas, cuyo objetivo es que el sujeto reevalúe y reestructure las situaciones estresantes o problemáticas de manera que pueda afrontarlas con mayor eficacia, controlando su reacción frente a los factores estresantes; y la desensibilización sistemática, con el objetivo de que la persona supere la ansiedad ante situaciones percibidas como amenazantes.

Todo ello con el objeto de disminuir los agentes estresores que les influyen, generando estrategias de afrontamiento adaptadas al contexto de cada una de las disciplinas nombradas con anterioridad, y así reducir el índice de burnout y por consiguiente buscar un aumento del rendimiento y la satisfacción con su práctica deportiva. En definitiva, se trata de

acompañar al árbitro (deportista) para que disfrute de la competición y en la medida de lo posible, este disfrute permita mejorar su rendimiento.

6. CONCLUSIONES

Entendiendo que el concepto de burnout se explica como un desgaste profesional, que implica una pérdida lenta y una baja considerable en el compromiso e implicación personal en la tarea realizada. Es interesante conocer a nivel descriptivo las valoraciones que hacen los árbitros no solo para mejorar y alargar su carrera y rendimiento deportivo, sino para ayudar a conseguir una salud mental óptima evitando de esta forma a una prematura retirada del deporte y el padecimiento de enfermedades como la depresión.

Este estudio evidencia que el burnout no es un fenómeno aislado, sino una realidad prevalente en árbitros de disciplinas acuáticas. En esta línea, este trabajo encontró en una muestra de árbitros de España y Chile que un 22.92% presenta un riesgo medio o alto de padecer burnout. Apreciando que, a menor edad, mayor riesgo de padecer burnout, dado los mayores niveles de estrés tanto a nivel deportivo, educacional, social y/o laboral que tiene este segmento de edad, frente a la vida contemplativa de jubilada que pueden tener los árbitros analizados de mayor edad. Por tanto, desde la Psicología del Deporte es necesario iniciar intervenciones que enseñen u otorguen estrategias a los árbitros a manejar las situaciones competitivas generadoras de ansiedad o estrés y así poder sobrellevar estas situaciones difíciles y seguir con el compromiso a nivel deportivo y alcanzar los objetivos propuestos a nivel individual y/o grupal.

Se subraya la necesidad de considerar un monitoreo continuo y que la implementación de estos programas sobre manejo de estrés, mediante talleres de habilidades emocionales para reducir despersonalización al iniciarse (hombres), por ejemplo. Estén adaptados a la experiencia y género de los participantes. En este sentido, se aportan evidencias para diseñar políticas de salud mental en el arbitraje. Por ello, se desprende que futuros trabajos deberían ampliar la muestra e incorporar análisis longitudinales, así como explorar el impacto de programas preventivos a largo plazo.

7. REFERENCIAS

- Amiri, S., Mahmood, N., Mustafa, H., Javaid, S. F., & Khan, M. A. (2024). Occupational Risk Factors for Burnout Syndrome Among Healthcare Professionals: A Global Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(12), 1583.
- Andrade, A., Salguero, A., González-Boto, R., y Márquez, S. (2005). Habilidad física percibida en nadadores de competición brasileños. *Cuadernos de psicología del deporte*, 5(1-2), 245-255.
- Aranzana, M., Salguero, A., Molinero, O., Zubiaur, M., De la Vega, R., Ruiz-Barquín, R., y Márquez, S. (2015). Influencia del perfil resiliente, optimismo disposicional, estrategias de afrontamiento en los niveles de estrés-recuperación en nadadores. *Kronos*, 15(1), 1-12.
- Cabrera-Gordillo, F. R., y Bravo-Navarro, W. H. (2023). Síndrome de burnout en los árbitros profesionales de fútbol del Ecuador. *Polo de Conocimiento*, 8(12), 33-51 <https://doi.org/10.23857/pc.v8i12.6267>
- Dodt, M., Fasold, F., y Memmert, D. (2023). Personality profile of amateur team handball referees. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 53(3), 253-265. <https://doi.org/10.1007/s12662-022-00837-8>
- Freudenberger, H. J. (1974). Staff burn-out. *Journal of social issues*, 30(1), 159-165. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1974.tb00706.x>
- Garcés de los Fayos, E. (2004). Burnout en deportistas: Propuesta de un sistema de evaluación e intervención integral. Editorial EOS Instituto de orientación psicológica asociados.
- Garcés de los Fayos, E., y Cantón, E. (2007). El cese de la motivación: el síndrome del burnout en deportistas. *Revista de Psicología del Deporte*, 5(5), 151-160.
- García-Parra, N., González, J., y Garcés de los Fayos, E. (2016). Estado actual del estudio del síndrome de burnout en el deporte. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 16(2), 21-28.
- Gil-Monte, P. R. (2003). Burnout syndrome: ¿síndrome de quemarse por el trabajo, desgaste profesional, estrés laboral o enfermedad de Tomás? *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 19(2), 181-197.
- Glandorf, H. L., Madigan, D. J., Kavanagh, O., & Mallinson-Howard, S. H. (2025). Mental and physical health outcomes of burnout in athletes: a systematic review and meta-analysis. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 18(1), 372–416. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2023.2225187>
- Goodger, K., Gorely, T., Lavallee, D., y Harwood, C. (2007). Burnout in sport: A systematic review. *The Sport Psychologist*, 21(2), 127–151. <https://doi.org/10.1123/tsp.21.2.127>

- Guillén, F. y Feltz, D. L. (2011). A conceptual model of referee efficacy. *Frontiers in psychology*, 2, 25. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00025>
- Gustafsson, H., DeFreese, J. D., y Madigan, D. J. (2017). Athlete burnout: Review and recommendations. *Current opinion in psychology*, 16, 109-113. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02260>
- Lazarus, R. S., y Folkman, S. (1986). *Cognitive theories of stress and the issue of circularity*. Springer.
- Márquez, S. (2006). Estrategias de afrontamiento del estrés en el ámbito deportivo: fundamentos teóricos e instrumentos de evaluación. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 6(2), 359-378.
- Martínez, A. (2010). El síndrome de burnout: Evolución conceptual y estado actual de la cuestión. *Vivat academia*, 112.
- Maslach, C. y Jackson, S. E. (1981). *MBI: Maslach Burnout Inventory*. Manual. University of California, Consulting Psychologists Press.
- Molinero, O., Salguero, A., y Márquez, S. (2010). Propiedades psicométricas y estructura dimensional de la adaptación española del Cuestionario de Estrategias de Afrontamiento en Competición Deportiva. *Psicothema*, 22(4), 975-982.
- Olmedilla, A., Moreno-Fernández, I. M., Gómez-Espejo, V., Robles-Palazón, F. J., Verdú, I., y Ortega, E. (2019). Psychological intervention program to control stress in youth soccer players. *Frontiers in psychology*, 10, 2260. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02260>
- Pines, A., Aronson, E., y Kafry, D. (1981). *Burnout: From tedium to personal growth*, The Free Press.
- Ramos, F. (1999). *El síndrome de burnout*. UNED-FUE.
- Silva, J. M. (1990). An analysis of the training stress syndrome in competitive athletics. *The Journal of Applied Sport Psychology*, 2, 5-20. <https://doi.org/10.1080/10413209008406417>
- Taylor, A. H., Daniel, J. V., Leith, L., y Burke, R. J. (1990). Perceived stress, psychological burnout and paths to turnover intentions among sport officials. *Journal of Applied Sport Psychology*, 2(1), 84-97. <https://doi.org/10.1080/10413209008406422>
- Vallerand, R. J. (2010). On passion for life activities: The dualistic model of passion. In *Advances in experimental social psychology* (pp. 97-193). Academic Press.
- Wang, Q., Wang, W., Huang, H., & Wan, B. (2023). The mediating roles of psychological resilience and frustration tolerance in the relationship between coping styles and mood states of high-level basketball referees. *Frontiers in psychology*, 14, 1096649.

REVISIÓN TEÓRICA DE LOS ESTUDIOS DE BURNOUT EN ENTRENADORES

JOAQUÍN ÁLVAREZ FERNÁNDEZ

Consejería Educación Comunidad de Madrid

PABLO JOSÉ BORGES HERNÁNDEZ

Universidad de La Laguna

ADRIÁN SOLERA ALFONSO

Universidad Rey Juan Carlos

ROBERTO RUIZ BARQUÍN

Universidad Autónoma de Madrid

1. INTRODUCCIÓN

El síndrome de burnout, que también puede ser conocido como el síndrome de estar quemado o el síndrome de desgaste ocupacional, ha sido de manera progresiva objetivo de mayor atención dentro de diferentes contextos cada vez más demandantes, como puede ser el contexto laboral. De esta forma, se ha conceptualizado como una respuesta crónica al estrés prolongado en el entorno profesional (Maslach y Jackson, 1981).

Aunque en un primer momento, cuando se comienza a identificar y estudiar el síndrome dicho fenómeno es vinculado ante todo con aquellas profesiones relacionadas con el ámbito sanitario, educativo y asistencial, todas ellas con la característica, entre otras, de estar en contacto directo con otras personas, su estudio se ha expandido a otras esferas de manera paulatina, entre ellas, el área deportiva.

Es dentro de esta área donde se va a llevar a cabo la presente investigación, basado en la figura del entrenador. Se trata de un área donde las exigencias no solo físicas, sino también psicológicas y organizativas son constantes y en donde el entrenador juega un papel clave para poder

comprender la aparición y posterior evolución del burnout (Carlín y Garcés de los Fayos, 2010; Olmedilla et al., 2018).

Dentro de la estructura del deporte competitivo, el entrenador ocupa una posición de carácter complejo, ya que, por un lado, se espera una planificación estratégica eficaz y un liderazgo tanto técnico como motivacional, a la vez que se exige un equilibrio emocional y una disponibilidad constante para poder resolver y tomar decisiones adecuadas en situaciones de alta presión. En este sentido, los entrenadores deben afrontar una serie de diferentes focos de estrés, como pueden ser una evaluación continua de los resultados obtenidos, la interacción con deportistas de diferentes edades y niveles, las relaciones con el entorno social de los deportistas, directivos y demás estamentos del club, y la necesidad de conciliar la vida personal con la profesional y la social (García-parra et al., 2016; Thelwell, Weston y Greenlees, 2007). Todo ello genera un terreno propicio para el desarrollo del síndrome de burnout si no se tienen los recursos adecuados para poder afrontar estas demandas.

A través de este estudio se pretende conocer, dentro del contexto de la psicología del deporte y de la actividad física, no describir únicamente la prevalencia del síndrome de burnout en entrenadores, sino también intentar identificar los factores que predisponen a dicho síndrome, así como los mecanismos que mantienen el síndrome en esta figura y las posibles consecuencias que puede tener a nivel de salud mental, rendimiento y permanencia en el puesto. De esta manera, se pretende a través del análisis de estudios como el llevado a cabo por Garcés de los Fayos et al., (2010), Olusoga et al., (2012) entre otros, poder conocer la relación de los factores anteriormente mencionados.

Por otro lado, diversas investigaciones también indican que el agotamiento emocional, la despersonalización y la reducida realización personal, las tres dimensiones del burnout que son aceptadas, son también identificables en los entrenadores deportivos, aunque es cierto que en función de las características del deporte pueden ver variada su influencia (Maslach y Leiter, 1997; Álvarez et al., 2019).

Otros estudios han intentado a su vez poder establecer las diversas variables que pueden influir en la aparición y posterior evolución en los

entrenadores. Entre los factores más comunes se pueden encontrar las altas demandas laborales, la presión por los resultados, la falta de apoyo institucional, los conflictos interpersonales dentro de un mismo equipo o la dificultad de poder mantener un adecuado equilibrio entre el trabajo, la vida personal y la social (Knight et al., 2013; López de Subijana et al., 2020). Además, existen otras variables clave que pueden ejercer un papel protector en el burnout en entrenadores, como son el estilo de liderazgo ejercido por el entrenador, el nivel, la experiencia, la formación en diversas competencias, entre otras (Félix-Mena et al., 2021).

A nivel nacional y en países de habla hispana, las investigaciones llevadas a cabo en entrenadores muestran una similitud con las investigaciones anglosajonas en la manera en la que influye el síndrome de burnout, aunque con pequeños matices de carácter cultural. Así, también se han encontrado diversos factores como la implicación emocional en la tarea, la precariedad de las condiciones laborales o las expectativas institucionales no realistas pueden agravar esta situación de burnout (Garcés de los Fayos et al., 2012; Pulido et al., 2020). A su vez, se ha señalado que el nivel de competición (élite vs. base), el tipo de deporte (individual vs. colectivo), la edad o el género del entrenador pueden tener influencias en la percepción del estrés y la aparición del burnout (Crespo et al., 2018; Olmedilla et al., 2019).

Derivado del creciente número de investigaciones en este contexto han aparecido diversos programas de intervención dirigidos a prevenir y mitigar los efectos del burnout en entrenadores, así como a poder fomentar el bienestar psicológico y la eficacia profesional en el contexto deportivo. Estrategias orientadas en el desarrollo de habilidades de afrontamiento, regulación emocional, autocuidado y mejora de las condiciones organizativas de los estamentos deportivos han demostrado resultados que pueden tener efectos positivos en su aplicación (Flores-Rodríguez et al., 2017; Lundkvist et al., 2012).

Es por ello por lo que el estudio y análisis de las diversas investigaciones llevadas a cabo sobre el síndrome de burnout en entrenadores deportivos presenta una línea relevante dentro de la Psicología del Deporte, así como en el área de la actividad física y del deporte, además de suponer un punto de inflexión a las diferentes organizaciones

deportivas para poder garantizar entornos de trabajo que sean saludables y sostenibles.

Este capítulo pretende llevar a cabo una revisión de la literatura existente de forma exhaustiva, atendiendo a estudios tanto de lengua española como a los de países anglosajones, para intentar ofrecer una comprensión integradora del fenómeno, sus causas, manifestaciones y posibles líneas de intervención.

2. OBJETIVOS

Con la finalidad de poder comprender en mayor profundidad los distintos modelos teóricos que se han empleado para poder estudiar el fenómeno del burnout en entrenadores, así como para poder identificar las variables más importantes que influyen en el desempeño de los entrenadores, el presente capítulo tiene como objetivo principal el siguiente: -Realizar un análisis de los artículos existentes sobre el burnout en entrenadores deportivos.

En base a ello se pretende establecer futuras líneas de investigación con la intención de poder orientar nuevos estudios con la finalidad de profundizar en aspectos que no hayan sido objeto de estudios o, en su caso, que no hayan contado con un importante número de investigaciones al respecto, como pueden ser los factores de protección, las estrategias de afrontamiento y las intervenciones específicas.

3. METODOLOGÍA

A la hora de llevar a cabo esta revisión sistemática sobre el burnout en entrenadores deportivos, se sigue una estructura para poder de esta manera garantizar los resultados obtenidos.

De esta forma, en un primer momento el proceso de selección comienza con las bases de datos, que en este caso se opta por las más relevantes y reconocidas dentro del ámbito académico en el que se encuentra este capítulo, como son las bases de datos de Web of Science, Scopus y PsycINFO. Dichas bases permiten ofrecer un amplio acceso a artículos científicos, estudios y publicaciones especializadas para poder obtener

una visión lo más completa y actualizada posible sobre el burnout en entrenadores.

De manera principal, la búsqueda de artículos se centra sobre todo en los últimos quince años, aunque puede existir algún artículo que sea de años anteriores, con la finalidad de reflejar las diferentes tendencias y avances más actuales en el estudio del burnout en entrenadores deportivos. Por ello, se establecen estrategias específicas de búsqueda mediante el empleo de palabras clave relacionadas con “burnout”, como son “entrenadores deportivos”, “estrés laboral”, “bienestar psicológico”, “deportes”, “deportes colectivos”, “competición”, entre otras. Esta serie de búsquedas son efectuadas de forma sistemática con las distintas bases de datos, para así poder asegurar la exhaustividad y la coherencia en la recopilación de la información.

Establecida la selección de artículos, se procede a llevar a cabo criterios de inclusión y de exclusión para de esta forma poder escoger aquellos que pueden aportar valor al capítulo.

Respecto a los criterios de inclusión, se seleccionaron los siguientes: que los artículos sean revisados por pares, para de esta manera poder garantizar su calidad y rigor científico; que los textos se pudiesen revisar en su totalidad, para así poder comprobar los resultados y que se trate de manera específica el tema de burnout en entrenadores deportivos. Se considera a su vez que debían pertenecer a diferentes tipos de deporte y niveles de competición, desde entrenadores de equipos profesionales de élite hasta aquellos que desempeñan su labor en equipos amateur, para poder obtener una visión amplia y representativa del burnout en entrenadores.

En cuanto a los criterios de exclusión, se incluyen aquellos artículos que no están revisados por pares, así como los que únicamente presentan resúmenes o extractos y también los que no están de manera directa relacionada con el burnout en entrenadores deportivos. Se descartan también aquellos artículos que se centran en distintas poblaciones como pueden ser los atletas o personal administrativo, a no ser que se centran también en entrenadores.

Tras la selección inicial, se realiza el análisis de los artículos, donde se extraen los datos necesarios sobre los modelos teóricos estudiados, así como sus diferentes variables, principales resultados y las recomendaciones propuestas por los autores. Así, se consigue organizar la información de una manera sistemática y se facilita a la hora de identificar posibles patrones de tendencias y vacíos en literatura existente.

Se asegura de esta manera que la revisión sea exhaustiva, relevante y rigurosa, para así poder proporcionar una base que permita comprender de manera precisa el estado actual del conocimiento sobre burnout en entrenadores deportivos.

4. RESULTADOS

Respecto a la posible incidencia del burnout en entrenadores, el desgaste profesional que puede conllevar en entrenadores es un fenómeno que tiene que ser tenido en cuenta y que puede a su vez afectar a diferentes niveles, características del entrenador, su sexo, entre otros. Como se ha indicado con anterioridad, el síndrome de burnout cuenta con las dimensiones de agotamiento emocional, despersonalización y una reducida realización persona.

En base a la literatura consultada, se han obtenido los siguientes resultados respecto al fenómeno.

4.1. INCIDENCIA DEL BURNOUT EN ENTRENADORES

En los entornos de alto rendimiento, un estudio llevado a cabo por Oglesby et al. (2020) con 783 entrenadores atléticos en nivel universitario demuestra que un 46.3% de los participantes reportan un exceso de consumo de alcohol en el último mes, lo cual se puede relacionar con un incremento del agotamiento emocional y la disminución del sentido del logro a nivel personal. Esto puede sugerir que existe una relación entre el burnout y el consumo de sustancias como estrategias de afrontamiento. Por otro lado, el estudio llevado a cabo por Singe et al. (2024), con entrenadores universitarios de atletismo reveló que el 72% reportaron niveles moderados de burnout según el Copenhagen Burnout

Inventory, lo que puede señalar que el síndrome de burnout está presente en este colectivo.

El estudio llevado a cabo por Sas-Nowosielski et al. (2018), en Polonia con un total de 244 entrenadores tanto masculinos como femeninos de 21 disciplinas deportivas distintas indica que hasta un 22% de la muestra de entrenadores reportan niveles elevados de agotamiento emocional, un 19% experimentan niveles de despersonalización y un 15% reducida realización personal, lo cual, según indican los investigadores, permite señalar la prevalencia significativa de burnout en este grupo profesional.

Lundkvist et al. (2022), en su estudio con 318 entrenadores suecos tanto a nivel profesional como semiprofesional indican que existe una prevalencia de agotamiento emocional en este colectivo en donde hasta un total del 44.3% reportan niveles altos de agotamiento emocional, lo cual destacan de vital importancia como aspecto para tomar en consideración estrategias que permitan abordar el burnout a nivel competitivo.

Además, una revisión sistemática llevada a cabo por Barret et al. (2016), destaca que factores como la presión ejercida por parte de los entrenadores hacia los deportistas, especialmente cuando éstos pueden estar en situaciones delicadas dentro de la competición, como puede ser un estado de lesión o una sobrecarga de trabajo, puede a su vez tener un efecto contraproducente en el burnout en entrenadores.

Estos estudios indican que el burnout es una preocupación que puede ser significativa en entrenadores deportivos y que puede verse influenciado, entre otros factores, por elementos laborales y personales.

4.2. DIFERENCIAS ENTRE SEXOS EN LA MANIFESTACIÓN DEL BURNOUT EN ENTRENADORES

En este apartado se exponen los resultados obtenidos de los diferentes estudios llevados a cabo por los investigadores que han tenido en cuenta las diferencias de sexo y su relación con el síndrome de burnout.

Así, el estudio llevado a cabo por Naugle et al. (2013), con una muestra de 232 hombres entrenadores y 158 mujeres entrenadoras obtiene como resultados que el promedio de trabajo de las entrenadoras es de 47.86

horas semanales y el de los entrenadores de 55.60 horas semanales. A pesar de ello, las mujeres reportan niveles más elevados de burnout ($t_{388} = -4.255, p = .001$) y niveles más altos de actividad física ($t_{388} = -2.52, p = .01$) que los hombres. Estos presentan a su vez una mayor experiencia en años ($t_{388} = 6.568, p = .001$) que las mujeres. En sus conclusiones, indican que las mujeres reportan mayor índice de burnout (de nivel moderado a alto) que los hombres, quienes presentan niveles moderados.

Además, Lundkvist et al. (2022), atribuyen que, debido a un menor nivel de apoyo institucional y financiación para los equipos femeninos, los entrenadores que estaban a tiempo completo en su labor profesional presentaban menores niveles de burnout que aquellos que tenían un contrato parcial a la hora de llevar a cabo su labor de entrenador.

Dentro del contexto de Educación Secundaria, Singe et al., (2022) indican en su estudio que las entrenadoras presentan puntuaciones más elevadas en la escala de burnout ($t_{570} = 24.501, p \leq .001$) en comparación con los entrenadores.

Por otro lado, Singe Cairns y Eason (2024), revelan que en su estudio llevado a cabo con 1000 entrenadores que las entrenadoras reportan niveles ligeramente superiores de burnout (62.29%) si se compara con sus homólogos masculinos (60.28%), sobre todo en la subescala de agotamiento emocional, pero señalan a su vez que uno de los factores más significativos a la hora de gestionar el burnout son los años de experiencia del entrenador.

En conclusión, los estudios revisados indican que las entrenadoras pueden presentar mayores niveles de burnout que los entrenadores.

4.3. Influencia del nivel competitivo en el burnout en entrenadores

Respecto al nivel de competición dentro del contexto deportivo, debe ser tenido en cuenta que puede existir distintos niveles, como es el profesional, semiprofesional, amateur, en edades de formación, entre otros.

Parece ser que el nivel de competición si puede ser un factor que tenga una influencia en el burnout que pueden experimentar los entrenadores. A pesar de no ser un factor único y exclusivo, puede ocurrir que aquellos niveles de competencia más elevados, como puede ser el profesional,

presenten niveles más elevados con los que trabajan en un ámbito amateur o semiprofesional, lo cual puede ser debido a las mayores demandas, presiones y expectativas (Oglesby et al., 2022).

Si se toma como referencia el nivel amateur o recreativo, que suelen ser los más practicados por parte de la gran mayoría de la población, aunque es cierto que las demandas pueden ser menores, también existen desafíos para los entrenadores, como puede ser la motivación de los deportistas, y la conciliación con otras responsabilidades laborales o personales (Pacewicz et al., 2023). Se puede pensar que, debido a ello, el burnout no hace acto de presencia, pero el hecho de estar menos expuesto mediáticamente en estos niveles no quiere decir que no se elimine por completo (Álvarez, 2021), ya que una falta de recursos, una demanda de objetivos que no esté acorde a los recursos y un apoyo escaso puede llegar a generar frustración y desgaste en el entrenador.

Este equilibrio entre las demandas y los recursos disponibles tiene su importancia, puesto que en deportes muy profesionalizados es cierto que en ocasiones los entrenadores cuentan con equipos multidisciplinarios que pueden ayudar a gestionar el desarrollo del grupo de trabajo, en niveles más amateurs o semiprofesionales esta falta de apoyo puede aumentar la sensación de aislamiento o estrés, elevando el riesgo de burnout e incluso de aumentar las probabilidades de abandonar la especialidad (Ferreira et al., 2025).

5. DISCUSIÓN

Se puede indicar que el síndrome de burnout en entrenadores es un fenómeno que tiene importancia dentro del contexto deportivo y que por ello merece su atención. En parte ello es debido a que puede influir en la salud mental de las personas que desempeñan su labor, bien sea profesional o no, con los diferentes deportistas con la finalidad de lograr los objetivos.

El burnout, debido a sus tres dimensiones, agotamiento emocional, despersonalización y reducida realización personal, puede manifestarse en distintos niveles y a su vez, estar influidos por otros factores como se

ha podido comprobar, tales como las características personales, el sexo o el nivel de competición, entre otros.

Por otro lado, de manera tradicional se ha analizado más aquellos contextos que se relacionan con el alto rendimiento. Así, el citado estudio de Oglesby et al. (2020), pone de manifiesto la problemática que tenían casi la mitad de entrenadores universitarios de su muestra con el consumo de alcohol, lo cual se puede relacionar con estrategias de afrontamiento del estrés y el agotamiento emocional. De la misma manera, Singe (2022), ya indica que un 72% de los entrenadores de su muestra mostraban niveles moderados de burnout, lo cual es un porcentaje significativo. En la misma línea Lundkvist et al. (2022) también aportan datos indicando que hasta el 44.3% de los entrenadores suecos presentan altos niveles de agotamiento emocional.

En cuanto al sexo, como se ha podido comprobar, también pueden existir diferencias en base a los estudios analizados. En gran medida se puede deber a un menor apoyo institucional y financiación para los equipos femeninos, lo cual puede provocar un aumento de la vulnerabilidad de las entrenadoras respecto a sus homólogos masculinos. Otro factor también que dentro de esta variable debe ser tomada en cuenta es la experiencia, ya que aquel conjunto de entrenadoras con menos experiencia presentaba niveles ligeramente superiores de burnout (Singe et al., 2024), sobre todo en el agotamiento emocional.

También, como se ha podido comprobar, los niveles de competición en los que se desempeña el grupo de deportistas también pueden influir en el burnout en entrenadores. En gran medida esta problemática puede ser debido a que existe una falta de ajuste entre los recursos disponibles y las demandas para conseguir los objetivos planteados.

6. CONCLUSIONES

El síndrome de burnout en entrenadores se ha consolidado como una problemática de creciente interés dentro del contexto deportivo, debido a las exigencias derivadas de esta figura y el papel que desempeña dentro de los deportes.

A través de esta revisión sistemática, se ha podido constatar que el burnout es un síndrome que tiene su presencia en diferentes niveles competitivos, así como en distintas disciplinas deportivas, afectando de manera significativa a la salud mental, el rendimiento y el desempeño laboral de los entrenadores. A las tres dimensiones clásicas del burnout, el agotamiento emocional, la despersonalización y la reducida realización personal, se pueden añadir diferentes factores que influyen en dichas dimensiones, como es el nivel de competencia, el sexo, tipo de deporte, apoyo institucional, estilo de liderazgo, resultados o experiencia del entrenador entre otros.

Los datos demuestran que todos estos factores unidos a las diferentes variables del burnout, por ejemplo, como se ha podido comprobar, la diferencia en los niveles de experiencia de los entrenadores o el nivel competitivo, pueden llevar a las situaciones de abandono de la profesión, mientras que otros factores se pueden identificar protectores, como es la formación, el apoyo, tanto social, familiar e institucional, y el desarrollo de habilidades emocionales y de afrontamiento como elementos claves para mitigar los efectos negativos el burnout en entrenadores.

Para finalizar, se considera importante la realización de estudios longitudinales que permitan de esta manera comprender de una manera más específica el Síndrome de burnout en entrenadores deportivos, ya que la gran mayoría de estudios encontrados en la literatura científica tienen un diseño transversal, lo cual puede limitar la capacidad de análisis de dicho síndrome a lo largo del tiempo.

De esta manera, se pueden establecer relaciones entre los distintos factores implicados, la posibilidad de observar la evolución del burnout a lo largo del tiempo, lo cual puede llevar a conocer cómo es una etapa de aparición del mismo y cómo progresa, así como elementos desencadenantes y protectores ante el mismo.

Gracias a los estudios longitudinales también se podría examinar con más detalle las consecuencias a largo plazo del burnout sobre la salud mental, el rendimiento profesional y la permanencia en el puesto de los entrenadores.

Esta línea de investigación podría contribuir de manera importante al desarrollo de modelos explicativos más preventivos ante los efectos del Síndrome de burnout en los entrenadores deportivos.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Este capítulo no habría sido posible llevarlo a cabo sin las aportaciones de Pablo José Borges Hernández (Universidad de La Laguna), Adrián Solera Alfonso (Universidad Rey Juan Carlos) y Roberto Ruíz Barquín (Universidad Autónoma de Madrid), cuyo compromiso, colaboración y participación ha sido de vital importancia para su desarrollo.

8. REFERENCIAS

- Álvarez, J. (2021). Análisis del Burnout y el liderazgo en jóvenes deportistas y entrenadores: implicaciones formativas y educativas. Tesis doctoral no publicada. Universidad Autónoma de Madrid.
- Alvarez, M. S., Castillo, I., & Balaguer, I. (2019). Burnout in coaches: A systematic review. *International Journal of Sport Psychology*, 50(4), 345-366.
- Carlín, J., & Garcés de los Fayos, E. (2010). El síndrome de burnout en entrenadores deportivos: una revisión de la literatura. *Revista de Psicología del Deporte*, 19(1), 123-136.
- Crespo, M., Reid, M., & Quinn, A. (2018). Coaching burnout and the role of motivation in tennis coaches. *ITF Coaching and Sport Science Review*, 75(26), 6-9.
- Felix-Mena, M., García-Jarillo, M., & Garcés de los Fayos, E. (2021). Estrategias de intervención en entrenadores con síntomas de burnout: una revisión crítica. *Revista de Psicología del Deporte*, 30(2), 89-102.
- Ferreira, M. C. C., de Almeida, F. R., de Mello Santiago, M. L., de Sá, M. V., Hosken, F. B. F., & Pires, D. A. (2025). Estrés laboral y síndrome de burnout: percepción de entrenadores de la Liga de Baloncesto Femenino (LBF). *Retos*, 62, 745.
- Flores-Rodríguez, J., Martín Míguez, J. M., Vela Rubio, F. J., & Martínez Rodríguez, J. M. (2017). Burnout: Intervención aplicada a un entrenador durante la competición. *Revista de Psicología del Deporte*, 26(6), 123-135.
- Garcés de los Fayos, E., Ortín, F. J., & Moya, M. (2010). Psicología del entrenador: una aproximación desde el burnout. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 10(1), 73-84.

- Knight, C. J., Reade, I. L., Selzler, A. M., & Rodgers, W. M. (2013). Personal and situational factors influencing coaches' perceptions of stress. *Journal of Sports Sciences*, 31(10), 1054–1063.
- López de Subijana, C., Barriopedro, M., & Conde, E. (2020). Entrenadores en el alto rendimiento: estrés, demandas y recursos. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 15(1), 1-9.
- Lundkvist, E., Gustafsson, H., Madigan, D., Hjälm, S., & Kalén, A. (2022). The prevalence of emotional exhaustion in professional and semiprofessional coaches. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 17(4), 376-389.
- Maslach, C., & Jackson, S. E. (1981). The measurement of experienced burnout. *Journal of Occupational Behaviour*, 2(2), 99–113.
- Maslach, C., & Leiter, M. P. (1997). The truth about burnout: How organizations cause personal stress and what to do about it. Jossey-Bass.
- Naugle, K. E., Behar-Horenstein, L. S., Dodd, V. J., Tillman, M. D., & Borsa, P. A. (2013). Perceptions of wellness and burnout among certified athletic trainers: sex differences. *Journal of Athletic Training*, 48(3), 424-430.
- Oglesby, L. W., Gallucci, A. R., Wynveen, C. J., Ylitalo, K. R., & Benson, N. F. (2020). Burnout and substance use in collegiate athletic trainers. *Journal of Athletic Training*, 55(7), 744-751.
- Oglesby, L. W., Gallucci, A. R., Porter, A. K., & Elliott, A. P. (2022). Burnout in Secondary School Athletic Trainers, Part I: Correlations With Situational Variables. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 28(1), 31-35.
- Olmedilla, A., Ortega, E., & Gómez-Espejo, V. (2018). Estrés y burnout en entrenadores: estado actual de la investigación. *Revista de Psicología Aplicada al Deporte y al Ejercicio Físico*, 3(1), 1–7.
- Olmedilla, A., Ortega, E., & García-Mas, A. (2019). Influencia del sexo y del nivel deportivo en el síndrome de burnout en entrenadores. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 19(3), 175–185.
- Olusoga, P., Butt, J., Maynard, I., & Hays, K. (2012). Stress and coping: A study of world class coaches. *Journal of Applied Sport Psychology*, 22(3), 274–293.
- Pacewicz, C. E., Rowley, T. W., & Savage, J. L. (2023). Physical activity and the link among stress, burnout, and well-being in athletic trainers. *Journal of Athletic Training*, 58(4), 374-380.
- Sas-Nowosielski, K., Szóstak, W., & Herman, E. (2018). What makes coaches burn out in their job? Prevalance and correlates of coaches' burnout in Poland. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(6), 874-882.

- Singe, S. M., Cairns, A., & Eason, C. M. (2022). Age, sex, and years of experience: Examining burnout among secondary school athletic trainers. *Journal of Athletic Training*, 57(11-12), 1094-1099.
- Singe, S. M., Cairns, A., & Eason, C. M. (2024). Examining Burnout Among Collegiate Athletic Trainers: The Relationship with Age, Gender, and Years of Experience. *Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*, 22(3), 8.
- Thelwell, R., Weston, N., & Greenlees, I. (2007). Coping with stress in competitive sport: Experiences of professional rugby union players. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 5(1), 1–17.

SECCIÓN IX.

ACTIVIDAD FÍSICA, DISCAPACIDAD
E INCLUSIÓN SOCIAL

MOVIMIENTO Y NEURODESARROLLO EN EL AULA: EL PAPEL DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN EL ABORDAJE DEL TRASTORNO DE DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD

ALEXANDRA MARTÍN RODRÍGUEZ
Universidad Europea de Madrid
UNIE Universidad

1. INTRODUCCIÓN

El Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) constituye una de las condiciones neurobiológicas más frecuentes en el ámbito escolar, caracterizada por dificultades en la atención sostenida, la autorregulación conductual y la impulsividad motora y verbal. Esta sintomatología, de base multifactorial y curso crónico, interfiere significativamente en el rendimiento académico, la adaptación social y el bienestar emocional del alumnado afectado (Curatolo et al., 2010). En este contexto, la actividad física (AF) ha emergido como una herramienta pedagógica y terapéutica de gran valor, no solo por su impacto en la salud general, sino por su potencial específico para modular funciones ejecutivas, reducir síntomas nucleares y favorecer la autorregulación emocional (Bustamante et al., 2019).

1.1. MEJORAS NEUROFISIOLÓGICAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LAS AULAS

La actividad física regular representa un estímulo relevante para el cerebro, no solo por sus efectos inmediatos sobre la regulación emocional y la conducta, sino por los profundos cambios estructurales y funcionales que puede inducir a nivel cerebral, especialmente en personas con TDAH (Muñoz Suazo et al., 2019). En esta población, los hallazgos neurocientíficos han puesto de manifiesto alteraciones en áreas clave del sistema nervioso central, como la corteza prefrontal, la amígdala, el

cuerpo estriado, el cerebelo y el cíngulo anterior y posterior. Estas regiones están estrechamente vinculadas con funciones ejecutivas, control de impulsos, regulación emocional y procesamiento social, todos aspectos que suelen verse comprometidos en quienes presentan este diagnóstico(Curatolo et al., 2010; Guillermo et al., 2010).

La práctica constante de ejercicio físico se ha relacionado con mejoras en la conectividad neuronal y la eficiencia sináptica en estas áreas. En concreto, se ha observado que el movimiento promueve la maduración del córtex prefrontal, región esencial para la atención sostenida, la planificación y la toma de decisiones. Esta estimulación contribuye a compensar los retrasos madurativos que se han identificado en personas con TDAH, especialmente durante la infancia y la adolescencia(Harvey et al., 2009).

Además, la actividad física parece influir positivamente sobre sistemas neuroquímicos involucrados en el TDAH, como los de la dopamina y la noradrenalina. Ambas sustancias son fundamentales para la regulación de la motivación, el estado de alerta y la inhibición de respuestas impulsivas. El ejercicio incrementa la disponibilidad de estos neurotransmisores, facilitando una mejor modulación del comportamiento y un mayor rendimiento cognitivo(Bustamante et al., 2019).

En paralelo, también se ha sugerido que el movimiento físico estimula la liberación de factores neurotróficos como el BDNF (Factor neurotrófico derivado del cerebro), con efectos beneficiosos sobre la plasticidad cerebral, la memoria y el aprendizaje(Cohen et al., 2018; Hernandez-Reif et al., 2001). Esta acción neuroprotectora convierte a la actividad física en una estrategia valiosa no solo para mitigar síntomas, sino también para favorecer el desarrollo cerebral saludable a largo plazo.

Finalmente, los efectos de la actividad física sobre estas estructuras cerebrales ayudan a explicar por qué muchos niños, adolescentes y adultos con TDAH reportan mejoras en su capacidad de concentración, reducción de la impulsividad y mayor estabilidad emocional tras mantener una rutina activa. Lejos de constituir un simple complemento, el ejercicio debería considerarse un pilar terapéutico con impacto directo en las bases neurofisiológicas del trastorno(Choi et al., 2015a; Gawrilow et al., 2014).

Desde un enfoque pedagógico, esto refuerza la necesidad de incorporar programas de actividad física estructurada dentro del entorno escolar, no solo como parte del área de Educación Física (Bores-García et al., 2024a), sino también como herramienta transversal que favorezca el aprendizaje y el bienestar del alumnado con TDAH. Diseñar sesiones adaptadas que integren movimiento, ritmo y juego permite conectar con las necesidades cognitivas y emocionales de estos estudiantes, generando entornos más inclusivos y potenciando su participación activa (Carbajo Vélez, 2022). Además, promueve una enseñanza más dinámica, centrada en el alumno, que reconoce el valor del cuerpo como mediador del conocimiento.

Un estudio cualitativo realizado por Bores-García et al. En 2024 exploró las percepciones de estudiantes de secundaria con TDAH y sus profesores de Educación Física. Los hallazgos revelaron que los estudiantes no perciben el TDAH como una limitación significativa para participar en actividades físicas, excepto en juegos tácticos que requieren alta concentración. Además, los docentes no consideraron necesario realizar adaptaciones metodológicas extensas para estos alumnos, destacando la importancia de la Educación Física como un espacio inclusivo y beneficioso para su bienestar (Bores-García et al., 2024a).

Por otro lado, una investigación de Oh et al. examinó las actitudes de futuros profesores de Educación Física hacia la inclusión de estudiantes con TDAH. Los resultados indicaron que atributos como la empatía, la experiencia previa y la formación específica influyen positivamente en la disposición para integrar a estos estudiantes en clases de Educación Física general (Oh et al., 2010).

De esta manera se subraya la relevancia de la Educación Física no solo como medio para mejorar aspectos neurofisiológicos en estudiantes con TDAH, sino también como plataforma para fomentar la inclusión y el desarrollo integral dentro del contexto escolar.

1.2. INNOVACIÓN DIGITAL EN EL AULA: INTEGRAR MOVIMIENTO Y APRENDIZAJE EN TDAH

La transformación digital ha modificado de forma sustancial los enfoques educativos, especialmente en lo que respecta a las necesidades del

alumnado con TDAH. Más allá del uso de la tecnología como herramienta diagnóstica o de registro, actualmente se exploran propuestas que integran el movimiento y el juego activo con plataformas digitales para mejorar la atención, la autorregulación y las funciones ejecutivas desde una perspectiva motivadora y personalizada(Vana Gkora, 2024).

En este sentido, han emergido soluciones que combinan actividad física con dinámicas interactivas, como los videojuegos activos (exergames), las aplicaciones móviles y los dispositivos portátiles de seguimiento. Un estudio clínico aleatorizado realizado por Benzing y Schmidt en 2019 investigó los efectos del exergaming en niños de 8 a 12 años con TDAH. Durante ocho semanas, los participantes realizaron sesiones de 30 minutos, tres veces por semana. Los resultados mostraron mejoras significativas en funciones ejecutivas específicas, como la inhibición y la flexibilidad cognitiva, así como en habilidades motoras y en la reducción de síntomas generales del TDAH(Benzing & Schmidt, 2019).Estas herramientas no solo permiten registrar niveles de actividad, sino también ajustar la dificultad, el ritmo y los objetivos a las características concretas del estudiante. Desde el punto de vista pedagógico, esto representa una oportunidad para promover aprendizajes más significativos, adaptados a los intereses y capacidades del alumnado, lo que resulta especialmente relevante en el caso de niños y niñas con TDAH, que suelen mostrar mayor sensibilidad al refuerzo inmediato y a los estímulos multisensoriales. Sin embargo, las principales desventajas del exergaming son su coste y requisitos técnicos, así como la necesidad de supervisión adulta para garantizar su uso seguro y efectivo(Benzing & Schmidt, 2018).

Las tecnologías inmersivas, como la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA), también han comenzado a utilizarse como espacios seguros de aprendizaje donde el estudiante puede entrenar habilidades cognitivas, sociales y emocionales a través del cuerpo. Estas propuestas gamificadas, centradas en la experiencia del usuario, permiten recrear situaciones de la vida cotidiana o escolares donde se entrenan el auto-control, la planificación o la gestión emocional, a la vez que se aprovechan los beneficios fisiológicos del ejercicio físico(Corrigan et al., 2023; Wang et al., 2024).

Por otro lado, la inteligencia artificial está abriendo nuevas posibilidades para personalizar los programas de intervención. Gracias al análisis de datos en tiempo real, los algoritmos de aprendizaje automático pueden detectar patrones de conducta, identificar necesidades específicas y ajustar dinámicamente las actividades propuestas(Heikenfeld et al., 2018). Esta capacidad de adaptación representa un paso adelante en el diseño de programas educativos más inclusivos y eficaces, en los que cada estudiante pueda avanzar desde su punto de partida y a su propio ritmo. Un estudio reciente demostró que el juego basado en inteligencia artificial mejoró significativamente la calidad de vida en niños con TDAH, con beneficios sostenidos incluso siete semanas después de la intervención. Las sesiones de juego produjeron mejoras en todas las dimensiones evaluadas mediante el cuestionario PedsQL, lo que resalta el potencial terapéutico del uso de tecnologías inteligentes en contextos lúdicos(Aldakhil, 2024).

En este escenario, el movimiento deja de concebirse únicamente como una pausa o una vía de descarga motora, para consolidarse como un recurso pedagógico de primer orden. Su integración con herramientas tecnológicas permite crear entornos de aprendizaje más activos, personalizados y conectados con los intereses del alumnado actual. Sin embargo, también es necesario abordar estas propuestas desde una perspectiva crítica, asegurando que su implementación sea ética, equitativa y fundamentada en la evidencia científica y pedagógica. Shahzad y colaboradores señalaron recientemente que el desafío de los educadores y profesionales pasa por equilibrar el potencial motivador de estas tecnologías con un uso responsable, que potencie el desarrollo integral sin caer en una dependencia de estímulos externos(Shahzad et al., 2024).

El presente capítulo se propone analizar el papel de la AF en el abordaje integral del TDAH desde una perspectiva centrada en el entorno educativo. Partiendo de una base teórica y empírica actualizada, se abordan las implicaciones del ejercicio físico en la mejora del funcionamiento cognitivo y comportamental del alumnado, así como su contribución al diseño de entornos de aprendizaje más inclusivos. Aunque el texto se fundamenta en la evidencia recogida en la revisión narrativa publicada en la revista *Children*, titulada “The Role of Physical Activity in ADHD Management:

Diagnostic, Digital and Non-Digital Interventions, and Lifespan Considerations”(Martín-Rodríguez et al., 2025), su estructura, enfoque y contenido han sido reformulados con el fin de ofrecer una lectura contextualizada al ámbito escolar y con una orientación claramente práctica.

Desde una mirada interdisciplinar que conecta la neurociencia, la educación y la intervención psicomotriz, este capítulo plantea cómo integrar el movimiento de forma estratégica en las dinámicas de aula, adaptando las propuestas a las características evolutivas del alumnado con TDAH y favoreciendo, al mismo tiempo, beneficios para el conjunto del grupo-clase. Lejos de tratarse de una intervención residual o secundaria, la AF se presenta aquí como una oportunidad para transformar la respuesta educativa ante el TDAH desde el cuerpo, la acción y la experiencia(Mehren et al., 2020; Sun et al., 2022)

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

El presente capítulo tiene como objetivo principal los mismos que señaló la revisión narrativa, explorar la evidencia científica reciente sobre el impacto de la actividad física en los síntomas del TDAH.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Por otro lado, como objetivos específicos figuran:

- Analizar sus efectos sobre funciones ejecutivas y comorbilidades,
- Revisar propuestas actuales —incluidas digitales— que integran la AF como parte de un enfoque terapéutico multidimensional
- Examinar cómo la actividad física puede contribuir a generar entornos de aprendizaje inclusivos y sensibles a las necesidades del alumnado con TDAH.
- Valorar el potencial de las tecnologías emergentes (exergames, realidad virtual, inteligencia artificial) como herramientas complementarias para fomentar la atención, la autorregulación y la motivación del alumnado.

3. METODOLOGÍA

Este procedimiento metodológico corresponde a la revisión previamente citada en la introducción, que sirvió como base para el desarrollo del presente capítulo. Se centra en un enfoque narrativo para valorar la evidencia disponible y ofrecer una perspectiva equilibrada y enriquecedora sobre la relación entre la actividad física y el TDAH. La búsqueda incluyó un total de 132 estudios publicados entre el 1 de enero de 2010 y enero de 2025, con el objetivo de recopilar los hallazgos más actuales y relevantes. Se utilizaron bases de datos reconocidas como Scopus, PubMed y Web of Science, empleando una estrategia de búsqueda basada en operadores booleanos y palabras clave como: “ADHD” o “Attention Deficit Hyperactivity Disorder” y “Physical Activity”, “Exercise” o “Motor Activity”; así como términos relacionados con funciones ejecutivas (“Executive Function”, “Cognitive Flexibility”, “Inhibitory Control”), neuroplasticidad (“Neuroplasticity”, “Dopamine”, “Prefrontal Cortex”) y regulación emocional (“Emotional Regulation”, “Anxiety”, “Depression”).

3.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Para garantizar la coherencia metodológica y la calidad del análisis narrativo, se establecieron criterios de selección estrictos para la revisión bibliográfica seleccionada (Martín-Rodríguez et al., 2025). Se incluyeron únicamente publicaciones revisadas por pares que abordaran de forma directa la relación entre el TDAH y la actividad física. Entre los tipos de estudios considerados se encuentran ensayos clínicos aleatorizados, revisiones sistemáticas y trabajos con enfoque neurocientífico, particularmente aquellos que examinan el impacto del ejercicio sobre variables cognitivas, emocionales o fisiológicas.

La revisión abarcó investigaciones desarrolladas entre los años 2010 y 2025, un periodo seleccionado por su relevancia en cuanto al avance en intervenciones innovadoras y el uso creciente de herramientas tecnológicas aplicadas al campo. Se consideraron artículos redactados tanto en inglés como en español, con el fin de integrar una muestra amplia y

representativa del panorama investigativo actual, dado que el interés por este enfoque se ha manifestado en ambas comunidades lingüísticas.

En cuanto a los criterios de exclusión, se descartaron aquellos estudios que no tuvieran como eje principal la relación entre el ejercicio físico y el TDAH, así como trabajos con limitaciones metodológicas significativas o escasa pertinencia para los objetivos planteados. Tampoco se contemplaron fuentes sin revisión científica, tales como resúmenes de congresos, comunicaciones no publicadas o literatura gris.

Los documentos seleccionados fueron sometidos a una evaluación rigurosa atendiendo a su solidez científica, claridad conceptual y congruencia con las áreas temáticas delimitadas en el marco de la revisión. Cualquier discrepancia en el proceso de inclusión o interpretación fue resuelta mediante revisión cruzada entre autores hasta alcanzar un consenso fundamentado.

4. RESULTADOS

Los estudios revisados en esta investigación confirman el valor de la AF como intervención complementaria eficaz para la mejora de los síntomas del TDAH. A partir del análisis de 132 publicaciones científicas —incluyendo ensayos clínicos aleatorizados, estudios de neuroimagen y metaanálisis— según la revisión en la que nos basamos, se identificaron mejoras consistentes en diferentes áreas del funcionamiento cognitivo, emocional y conductual de personas con este diagnóstico.

La evidencia señala que la práctica regular de ejercicio físico repercute positivamente en el rendimiento ejecutivo. Las funciones cognitivas más beneficiadas son la atención sostenida, la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva. En particular, las intervenciones aeróbicas de intensidad moderada a vigorosa, con duraciones que oscilan entre los 30 y 60 minutos por sesión, han demostrado efectos positivos tanto a corto como a medio plazo. En pacientes con TDAH, estas mejoras se vinculan a mecanismos neurobiológicos como el aumento de la liberación de neurotransmisores clave (dopamina y noradrenalina), la activación del córtex prefrontal y la modulación de

circuitos frontoestriatales relacionados con la regulación conductual(Chaddock et al., 2012; Choi et al., 2015b).

Los resultados también muestran una reducción significativa en la expresión de síntomas nucleares del TDAH, como la inatención, la hiperactividad y la impulsividad. Estas mejoras han sido reportadas tanto por observadores externos (padres, docentes y terapeutas) como a través de autoinformes(DuPaul et al., 2011). A nivel neurofisiológico, se ha observado una disminución en la relación theta/beta en registros electroencefalográficos, lo que indica una mayor eficiencia en el procesamiento cortical y una reducción de la sobreactivación típica de este perfil clínico.

Además de los efectos sobre las funciones ejecutivas y los síntomas nucleares, la AF tiene un impacto relevante en la regulación emocional. La práctica de ejercicio se ha asociado con una menor frecuencia de estallidos emocionales, mejor tolerancia a la frustración y una mayor capacidad para identificar y modular las emociones(Harvey et al., 2009; Vana Gkora, 2024). Estas mejoras en la autorregulación emocional favorecen la adaptación social, la participación en entornos escolares y la calidad de las relaciones interpersonales. Asimismo, se ha observado que las actividades físicas estructuradas promueven la autoestima, el sentido de competencia y la percepción de control sobre la conducta.

En relación con las comorbilidades, los estudios muestran que la actividad física puede reducir significativamente los síntomas de ansiedad y depresión, muy frecuentes en pacientes con TDAH. También se ha documentado una mejora en la calidad del sueño, tanto en términos de latencia como de duración y eficiencia. Estos beneficios secundarios refuerzan la idea de que el ejercicio actúa como una intervención integral, con efectos que trascienden la dimensión puramente sintomática del trastorno(Hoza et al., 2016).

Un hallazgo especialmente relevante en los últimos años es el desarrollo de intervenciones que combinan la AF con tecnologías digitales. Aplicaciones móviles, videojuegos activos (exergames), dispositivos portátiles y plataformas de realidad virtual permiten diseñar programas individualizados, ajustables y motivadores(Cunha et al., 2023; Masi et

al., 2021; Vana Gkora, 2024). Estas herramientas aportan un seguimiento continuo de la evolución del paciente, facilitan la adherencia al tratamiento y permiten adaptar la intervención en tiempo real según las necesidades específicas. Los modelos híbridos que combinan ejercicio físico con entornos digitales han mostrado una alta aceptación en niños y adolescentes con TDAH, incrementando la implicación activa y la permanencia en los programas terapéuticos(Benzing & Schmidt, 2019; Marsigliante et al., 2024; Staiano et al., 2013).

En conjunto, los resultados reflejan un consenso creciente en torno al valor de la actividad física como pilar complementario en el abordaje del TDAH. La diversidad de enfoques estudiados —desde ejercicio aeróbico hasta artes marciales, pasando por intervenciones digitalizadas— pone de manifiesto la versatilidad de esta estrategia y su capacidad para adaptarse a distintos perfiles, contextos y etapas del desarrollo(Graham & Niemeyer, 2007; Lakes & Hoyt, 2004a; Ludyga et al., 2023). Los beneficios obtenidos que se muestran en la Tabla 1 refuerzan la necesidad de considerar la actividad física no como un elemento accesorio, sino como una intervención esencial dentro de una estrategia terapéutica integral.

TABLA 1: *Efectos de la actividad física en personas con TDAH*

ÁREA DE IMPACTO	EFFECTOS IDENTIFICADOS	EVIDENCIA
Funciones ejecutivas	Mejora de atención sostenida, memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva	Activación del córtex prefrontal, aumento de dopamina y nora-drenalina, modulación de circuitos frontoestriatales
Síntomas nucleares del TDAH	Reducción de inatención, hiperactividad e impulsividad	Evaluaciones de padres, docen-tes, autoinformes; reducción de relación theta/beta en EEG
Regulación emocional	Menor frecuencia de estallidos, mejor tolerancia a la frustra-ción, mayor identificación y gestión emocional	Mejora en autorregulación emo-cional; aumento de autoestima y percepción de competencia
Adaptación social y escolar	Mejor calidad de relaciones interpersonales, mayor participa-ción en el aula, mayor sentido de control	Entornos estructurados con AF favorecen la inclusión y la impli-cación del alumnado

Comorbilidades (ansiedad, depresión)	Reducción de síntomas ansioso-depresivos	Mejora general del estado de ánimo; impacto positivo sobre la salud mental
Calidad del sueño	Mejor latencia, duración y eficiencia del sueño	Reducción de hiperactivación fisiológica y mental
Formatos innovadores	Aumento de la motivación e implicación mediante programas híbridos con tecnología (exergames, apps, RV)	Seguimiento personalizado, adaptación en tiempo real, mayor adherencia
Versatilidad e inclusión	Intervenciones aplicables a diversos perfiles, contextos y etapas del desarrollo	Desde ejercicios aeróbicos a artes marciales o entornos digitales
Rol educativo y terapéutico	Reconocimiento de la AF como parte esencial de una intervención multidimensional	Necesidad de integrar la AF dentro de estrategias escolares y clínicas

Fuente: elaboración propia

5. DISCUSIÓN

El abordaje del TDAH desde una perspectiva educativa integradora exige superar una visión exclusivamente médica o farmacológica para dar paso a intervenciones más amplias, que consideren las dimensiones cognitivas, emocionales, sociales y motrices del alumnado. En este marco, la actividad física (AF) se consolida como un recurso pedagógico eficaz y versátil, que puede favorecer el desarrollo de habilidades ejecutivas, mejorar la autorregulación emocional y fortalecer la convivencia escolar(Verret et al., 2012).

Para que estas intervenciones resulten efectivas en contextos reales, es fundamental tener en cuenta la etapa evolutiva del estudiante, sus características individuales y el entorno educativo en el que se desenvuelve(Evans et al., 2014a). La personalización de las propuestas no solo incrementa su impacto, sino que también promueve una mayor participación activa, condición clave para el aprendizaje significativo. Asimismo, la integración de la AF en la rutina escolar debe contemplarse no como un añadido, sino como parte estructural del diseño didáctico, especialmente en grupos donde se detecta sintomatología asociada al TDAH. Diversos estudios han demostrado que tanto la actividad física como las intervenciones pedagógicas específicas mejoran significativamente los síntomas del TDAH en contextos escolares. Evans et

al.señalan que el ejercicio físico regular, especialmente de intensidad moderada a vigorosa, puede reducir la inatención y la impulsividad, además de mejorar el estado emocional y conductual del alumnado con TDAH(Evans et al., 2014b). Por su parte, DuPaul y Stoner (2007) destacan la eficacia de intervenciones en el aula basadas en el refuerzo positivo, la autorregulación y las adaptaciones académicas, subrayando la importancia de personalizar estas estrategias según las necesidades del estudiante(DuPaul et al., 2011).

El papel de las tecnologías digitales en este proceso ha cobrado una relevancia creciente. En el ámbito educativo, el uso de videojuegos activos, realidad virtual o dispositivos portátiles abre nuevas posibilidades para dinamizar el aprendizaje y favorecer la inclusión(Benzing & Schmidt, 2019). Estas herramientas permiten crear entornos motivadores y adaptativos, en los que el movimiento se convierte en motor del aprendizaje, facilitando el trabajo sobre la atención, la inhibición de impulsos o la planificación de tareas(Calabuig-Moreno et al., 2020; Cunha et al., 2023; Farič et al., 2021). Sin embargo, su aplicación en el aula debe guiarse por criterios pedagógicos sólidos, asegurando que el componente lúdico esté al servicio del desarrollo competencial y no sustituya los principios educativos fundamentales(Haleem et al., 2022).

Desde esta perspectiva, el reto del profesorado y de los equipos de apoyo reside en diseñar experiencias educativas que integren cuerpo, mente y emoción; que contemplen el movimiento no solo como una vía de canalización del exceso de energía, sino como una estrategia intencional para mejorar el clima de aula, aumentar la concentración y promover la autonomía del alumnado. La reflexión crítica sobre el uso de estas tecnologías, su equidad de acceso y su alineación con los objetivos curriculares resulta imprescindible para avanzar hacia una escuela más inclusiva y respetuosa con la diversidad neurobiológica del alumnado(Ward et al., 2020).

5.1 SOY TDAH: EL PROFESOR/A NO ME ENTIENDE

Vivir con TDAH implica enfrentarse a múltiples desafíos que, en muchas ocasiones, no son evidentes para quienes rodean a la persona que lo padece. Lo que desde fuera puede parecer desorganización, falta de

interés o comportamiento impulsivo, en realidad obedece a diferencias estructurales y funcionales en el cerebro que afectan a la atención, el control de impulsos, la regulación emocional y la capacidad para planificar o terminar tareas.

El TDAH se manifiesta habitualmente en la infancia y puede persistir a lo largo de toda la vida. Las personas con TDAH suelen experimentar dificultades para mantener la atención, organizarse, controlar sus impulsos y regular su nivel de actividad física o mental. Sin embargo, más allá de los síntomas observables, el TDAH influye profundamente en la manera de procesar la información, reaccionar ante los estímulos y afrontar las demandas del entorno.

Según los criterios establecidos por manuales diagnósticos como el *DSM-5* o la *CIE-11*(*CIE-11*, 2025.; *DSM-5®*, 2014), existen tres presentaciones principales del TDAH las cuales se manifiestan de diferente manera las cuales se concretan a través de la Tabla 2:

TABLA 2. *Subtipos de TDAH: características principales y manifestaciones comunes*

Subtipo de TDAH	Características principales	Manifestaciones frecuentes
Predominantemente inatento	Dificultad para mantener la atención, desorganización, olvido de tareas.	Errores por descuido, dificultad para seguir instrucciones, distracción constante.
Predominantemente hiperactivo-impulsivo	Exceso de actividad motora, habla constante, impulsividad.	Interrupciones frecuentes, dificultad para estar quieto, acciones sin pensar.
Presentación combinada	Confluencia de síntomas inatentos e hiperactivos-impulsivos.	Dificultades globales de atención y conducta, mayor impacto funcional.

Fuente: elaboración propia

Aunque el diagnóstico se establece con frecuencia durante la infancia, cada vez es más común reconocer el TDAH en adolescentes y adultos. De hecho, se estima que cerca del 60% de los niños con TDAH continúan presentando síntomas en la edad adulta. A medida que cambian las exigencias del entorno —especialmente en contextos como la universidad o el mundo laboral—, muchas personas comienzan a identificar sus dificultades con mayor claridad(Llanos Lizcano et al., 2019).

Desde la neurociencia, se ha observado que el TDAH se relaciona con una maduración más lenta del córtex prefrontal y con alteraciones en estructuras cerebrales como los ganglios basales, el cerebelo y el cíngulo (Curatolo et al., 2010; Drechsler et al., 2020). Estas áreas están implicadas en funciones ejecutivas como la atención sostenida, la inhibición de respuestas automáticas, la memoria de trabajo y la autorregulación emocional. Además, se ha descrito una menor eficiencia en los sistemas de neurotransmisión dopaminérgica y noradrenérgica, lo que contribuye a explicar por qué la motivación y el control del impulso pueden estar alterados en esta población (Drechsler et al., 2020; Gawrilow et al., 2014).

Por otro lado, el TDAH no suele aparecer de forma aislada. Muchas personas con este diagnóstico presentan también trastornos comórbidos como ansiedad, depresión, trastornos del sueño, problemas de aprendizaje, dificultades psicomotrices o alteraciones en la autoestima y la imagen corporal (Konofal et al., 2010). Estas condiciones pueden amplificar los síntomas principales y generar un impacto significativo en la calidad de vida. En contextos escolares o laborales, estas dificultades suelen traducirse en bajo rendimiento, frustración constante y dificultades en la adaptación social.

Uno de los aspectos más importantes —y a menudo más dolorosos— del TDAH es la falta de comprensión por parte del entorno. Es frecuente que quienes lo padecen se enfrenten a comentarios como “no te esfuerzas lo suficiente”, “eres muy desorganizado” o “si quisieras, podrías hacerlo mejor”. Estas valoraciones, aunque no siempre malintencionadas, ignoran la base neurobiológica del trastorno y refuerzan sentimientos de culpa, inseguridad y desvalorización (Beaton et al., 2022; Llanos Lizcano et al., 2019; *Sense of Self: How Being Misunderstood Impacts ADHD Brains*, n.d.).

Desde la experiencia personal, muchas personas con TDAH describen una lucha constante entre lo que saben que deberían hacer y lo que finalmente logran ejecutar. El esfuerzo interno no siempre se traduce en resultados visibles, lo que puede llevar a un desajuste entre las expectativas sociales y la vivencia real del trastorno. Esta desconexión refuerza el aislamiento y el sentimiento de que “nadie lo entiende” (Beaton et al., 2022).

En este contexto, resulta fundamental adoptar una mirada más empática e informada, que no solo reconozca la existencia del trastorno, sino que también legitime las vivencias de quienes lo atraviesan. La intervención no debe centrarse únicamente en el control de síntomas, sino también en la construcción de entornos comprensivos, estructurados y flexibles, donde las personas con TDAH puedan desplegar su potencial sin ser juzgadas por las dificultades que no eligieron tener (Staikova et al., 2013).

Comprender el TDAH implica aceptar que no todas las mentes funcionan de la misma forma. Implica reconocer que detrás del aparente caos hay talento, creatividad, sensibilidad e inteligencia, a menudo ocultos por la exigencia de encajar en modelos de funcionamiento que no siempre se ajustan a su realidad. Una comprensión real del TDAH pasa, en definitiva, por abrir espacios de escucha, de adaptación y de respeto.

5.2 IMPLICACIONES TERAPÉUTICAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN EL TRATAMIENTO DEL TDAH

La inclusión de la AF en los planes de intervención para personas con TDAH ha pasado de ser una sugerencia secundaria a convertirse en una recomendación respaldada por un creciente cuerpo de evidencia empírica. Sus beneficios son múltiples: desde la mejora en la atención sostenida y la inhibición de respuestas impulsivas hasta el fortalecimiento de la regulación emocional y el bienestar psicológico (Hoza et al., 2016).

En términos clínicos, la AF representa un enfoque complementario que puede actuar en paralelo con la farmacoterapia, optimizando resultados sin generar efectos secundarios relevantes. En muchos casos, incluso puede facilitar una reducción en la dosis de medicación requerida o aumentar la eficacia de las intervenciones psicoterapéuticas, especialmente en niños y adolescentes (Benzing et al., 2018; Harvey et al., 2009). Su papel en la rutina diaria también contribuye a instaurar hábitos saludables, fomentar la autonomía y mejorar la autoestima, factores que inciden positivamente en la evolución del trastorno.

No obstante, para alcanzar todo su potencial, la AF debe ser aplicada como una intervención estructurada, planificada y supervisada, que responda a objetivos terapéuticos concretos y no como una simple

actividad recreativa. El desafío radica en trasladar esta perspectiva al entorno educativo, familiar y clínico, promoviendo una cultura del movimiento con intención terapéutica.

5.3 DIFERENCIAS EN LA EFICACIA SEGÚN TIPO, INTENSIDAD Y DURACIÓN DEL EJERCICIO

Uno de los aspectos más relevantes identificados en la literatura científica reciente es que no todas las modalidades de ejercicio físico generan los mismos efectos en personas con TDAH. La especificidad del tipo de actividad, la intensidad del esfuerzo y la duración de las sesiones son variables que determinan el impacto sobre las diferentes dimensiones del trastorno.

Los ejercicios aeróbicos de intensidad moderada, como correr, nadar o montar en bicicleta, han demostrado ser particularmente eficaces para mejorar la atención sostenida y reducir los niveles de ansiedad(Choi et al., 2015b). Por otro lado, actividades de alta intensidad, como circuitos funcionales o entrenamientos interválicos, parecen tener un mayor impacto en el control de impulsos y la activación ejecutiva inmediata(Benzing et al., 2018).

Asimismo, las prácticas que implican coordinación motora, concentración y secuenciación —como las artes marciales o los deportes de equipo— ofrecen beneficios adicionales en términos de autorregulación emocional y habilidades sociales. Incluso se ha observado que ejercicios de enfoque mente-cuerpo, como el yoga o el tai chi, pueden favorecer la reducción de la hiperactividad y mejorar la percepción corporal(Graham & Niemeyer, 2007; Lakes & Hoyt, 2004b; Ludyga et al., 2022, 2023).

Por tanto, la eficacia de los programas de AF depende en gran medida de su diseño y de su adecuación al perfil del paciente. En este sentido, la personalización es clave: no solo para mejorar los resultados terapéuticos, sino también para garantizar el compromiso a largo plazo y evitar el abandono de la intervención(Mehren et al., 2020).

5.4 APLICACIONES DIGITALES: HACIA UNA INTERVENCIÓN HÍBRIDA Y PERSONALIZADA

En un mundo digitalizado, la tecnología ofrece herramientas potentes para enriquecer las intervenciones basadas en movimiento. Dispositivos como pulseras de actividad, relojes inteligentes o plataformas de seguimiento permiten registrar con precisión la frecuencia, duración e intensidad del ejercicio realizado, aportando datos objetivos que complementan la evaluación clínica (Karami et al., 2021; Wang et al., 2024).

Más allá del seguimiento, los entornos digitales como los videojuegos activos (exergames) o las aplicaciones móviles diseñadas con fines terapéuticos han demostrado su eficacia para estimular funciones ejecutivas y motivar la participación sostenida, especialmente en población infantil (Benzing & Schmidt, 2019). Estas soluciones pueden integrarse como parte de programas híbridos, donde la AF no solo se prescribe, sino que también se experimenta a través de entornos lúdicos e inmersivos.

Tecnologías emergentes como la realidad virtual o aumentada permiten, además, simular situaciones controladas en las que se entrenan habilidades atencionales, sociales o conductuales, generando experiencias que combinan desafío cognitivo y activación física. De forma paralela, los sistemas basados en inteligencia artificial y aprendizaje automático abren la puerta a programas cada vez más personalizados, capaces de adaptarse en tiempo real al rendimiento y necesidades del usuario (Al-dakhil, 2024; Wang et al., 2024).

Sin embargo, estas oportunidades vienen acompañadas de ciertos riesgos que no deben ignorarse: el acceso desigual a la tecnología, el riesgo de sobreexposición a pantallas o la priorización de aspectos visuales frente a los objetivos terapéuticos reales. Concretamente, Liu y colaboradores señalaron en un reciente metaanálisis una correlación positiva entre el tiempo de exposición a las pantallas y el riesgo de desarrollar TDAH. Una exposición excesiva a dispositivos electrónicos podría contribuir de forma significativa al desarrollo de este trastorno en la infancia. Por ello, se considera fundamental limitar el tiempo diario que los niños pasan frente a las pantallas como medida preventiva (Liu et al., 2023). Por ello, toda intervención digital debe

estar anclada en un diseño riguroso, éticamente validado y centrado en el beneficio funcional del paciente.

5.5. EL PAPEL DEL PROFESORADO: MEDIACIÓN, SENSIBILIDAD Y CAMBIO METODOLÓGICO

Cualquier propuesta de intervención en el ámbito del TDAH dentro del entorno educativo requiere, de forma imprescindible, situar al profesorado como agente clave. Las estrategias metodológicas, la organización del aula, el tipo de consignas, la flexibilidad en los tiempos y la actitud del docente tienen una influencia directa en la experiencia escolar del alumnado con TDAH. En este sentido, la formación y la sensibilidad del profesorado hacia la neurodiversidad constituyen pilares esenciales para avanzar hacia una educación verdaderamente inclusiva(Akdağ, 2023; Herrera-Gutiérrez & Martínez-Frutos, 2021).

El docente no solo enseña contenidos: interpreta conductas, gestiona emociones, modela relaciones y transmite expectativas. Cuando se carece de una comprensión profunda sobre cómo se manifiesta el TDAH en la dinámica diaria del aula, es fácil interpretar ciertas conductas como desobediencia, falta de interés o bajo compromiso, cuando en realidad responden a una dificultad real en el procesamiento atencional o en la autorregulación del comportamiento. Por ello, resulta urgente promover espacios de formación continua donde el profesorado pueda conocer las bases neuropsicológicas del TDAH, identificar señales de alerta y adquirir herramientas prácticas para responder de forma pedagógica y no punitiva(Akdağ, 2023).

En relación con la actividad física, el rol del profesorado es igualmente determinante. La incorporación del movimiento en el aula no debe limitarse a sesiones específicas de educación física o a momentos de recreo, sino que puede y debe formar parte de una estrategia metodológica más amplia. Actividades breves de activación motriz entre sesiones, juegos atencionales con movimiento, rutinas físicas que ayuden a la transición entre tareas o incluso metodologías activas como el aprendizaje basado en el cuerpo (body learning) pueden favorecer la implicación del alumnado con TDAH y mejorar su rendimiento académico y bienestar emocional(Bores-García et al., 2024b; Efstratopoulou et al., 2013).

Además, el profesor o profesora actúa como mediador entre las necesidades del alumno y el contexto institucional. Su capacidad para adaptar objetivos, diversificar las tareas, flexibilizar criterios de evaluación y generar entornos estructurados pero empáticos es esencial para reducir el estrés escolar, mejorar la autoestima y favorecer el desarrollo personal del estudiante(Efstratopoulou et al., 2013). A continuación, se facilita la Tabla 3 a modo resumen con las referencias que evidencian el uso de diferentes intervenciones con efectos positivos en los alumnos con TDAH:

TABLA 3: *Estrategias docentes eficaces para el alumnado con TDAH*

Autor y Título	Ámbito de intervención	Estrategia docente	Objetivo pedagógico
(Staff et al., 2023)	Organización del aula	Ubicar al alumno cerca del docente y lejos de fuentes de distracción	Favorecer el enfoque atencional y reducir estímulos distractores
(Kreider et al., 2019)	Gestión del tiempo	Dividir las tareas largas en partes más breves y manejables	Facilitar la finalización de tareas y evitar la frustración
(Bicard & Neef, 2002)	Tipo de consignas	Dar instrucciones claras, breves y preferiblemente visuales	Mejorar la comprensión y reducir errores por inatención
(Arenas et al., 2024)	Movimiento y pausas activas	Incluir pequeñas actividades físicas entre tareas o sesiones	Regular la activación y facilitar la atención sostenida
(DuPaul & Jimerson, 2014)	Evaluación	Ofrecer evaluaciones diferenciadas con tiempos flexibles	Ajustar la demanda a las capacidades atencionales del alumno
(Abu Bakar et al., 2020)	Refuerzo positivo	Usar elogios concretos y reforzadores inmediatos	Incrementar la motivación y reforzar comportamientos adecuados
(Benzing & Schmidt, 2018)	Uso de tecnología	Utilizar aplicaciones o juegos interactivos con objetivos académicos	Estimular el aprendizaje y facilitar la autorregulación
(Giannakopoulos, 2025)	Apoyo emocional	Validar sus esfuerzos y ofrecer acompañamiento constante	Reducir la ansiedad y mejorar la autoestima escolar

Fuente: elaboración propia

Por tanto, el verdadero impacto de las intervenciones basadas en actividad física no se logra únicamente con buenos programas o tecnología avanzada, sino con docentes formados, comprometidos y acompañados, capaces de transformar el aula en un espacio donde moverse no sea sinónimo de portarse mal, y donde la diferencia no se perciba como problema, sino como posibilidad de innovar en las formas de enseñar y aprender.

6. CONCLUSIONES

La AF representa una intervención eficaz, accesible y con pocos efectos adversos para abordar síntomas y dificultades asociadas al TDAH. Su aplicación debe formar parte de un enfoque integral, considerando aspectos individuales, contextuales y tecnológicos. Las futuras investigaciones deben centrarse en estandarizar protocolos, personalizar intervenciones y garantizar su sostenibilidad en contextos reales.

8. REFERENCIAS

- Abu Bakar, N., Mohd, &, Zainal, S., Kebangsaan, S., Seksyen, W. M., & Lumpur, K. (2020). The Effects of Using Positive Reinforcement Techniques to Reduce Disruptive Behavior of Pupil with ADHD. *International Conference on Special Education In South East Asia Region 10th Series 2020*, 107–114. <https://doi.org/10.32698/GCS-04265>
- Akdağ, B. (2023). Exploring Teachers' Knowledge and Attitudes Toward Attention Deficit Hyperactivity Disorder and Its Treatment in a District of Turkey. *Cureus*, 15(9), e45342. <https://doi.org/10.7759/CUREUS.45342>
- Aldakhil, A. F. (2024). Investigating the impact of an AI-based play activities intervention on the quality of life of school-aged children with ADHD. *Research in Developmental Disabilities*, 154, 104858. <https://doi.org/10.1016/J.RIDD.2024.104858>
- Arenas, D., Bodi-Torralba, M., Oliver, A., Cantallops, J., Ponseti, F. J., Palou-Sampol, P., Collado, J. A., Flórez, I., Galvez-Pol, A., Terrasa, J. L., Sitges, C., Sánchez-Azanza, V., López-Penadés, R., Adrover-Roig, D., & Muntaner-Mas, A. (2024). Effects of active breaks on educational achievement in children with and without ADHD: study protocol and rationale of the Break4Brain project. *Frontiers in Psychology*, 15, 1451731. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2024.1451731/FULL>

- Beaton, D. M., Sirois, F., & Milne, E. (2022). Experiences of criticism in adults with ADHD: A qualitative study. *PLoS ONE*, 17(2), e0263366. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0263366>
- Benzing, V., Chang, Y. K., & Schmidt, M. (2018). Acute Physical Activity Enhances Executive Functions in Children with ADHD. *Scientific Reports 2018* 8:1, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30067-8>
- Benzing, V., & Schmidt, M. (2018). Exergaming for Children and Adolescents: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats. *Journal of Clinical Medicine* 2018, Vol. 7, Page 422, 7(11), 422. <https://doi.org/10.3390/JCM7110422>
- Benzing, V., & Schmidt, M. (2019). The effect of exergaming on executive functions in children with ADHD: A randomized clinical trial. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 29(8), 1243–1253. <https://doi.org/10.1111/SMS.13446>,
- Bicard, D. F., & Neef, N. A. (2002). Effects of strategic versus tactical instructions on adaptation to changing contingencies in children with adhd. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 35(4), 375. <https://doi.org/10.1901/JABA.2002.35-375>
- Bores-García, D., Palacios-Ceña, D., Jiménez-Antona, C., & Marconnot, R. (2024a). The Meaning of Physical Education Practice in Students with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 95(3), 656–663. <https://doi.org/10.1080/02701367.2023.2294097>,
- Bores-García, D., Palacios-Ceña, D., Jiménez-Antona, C., & Marconnot, R. (2024b). The Meaning of Physical Education Practice in Students with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 95(3), 656–663. <https://doi.org/10.1080/02701367.2023.2294097>,
- Bustamante, E. E., Santiago-Rodriguez, M. E., Ramer, J. D., Balbim, G. M., Mehta, T. G., & Frazier, S. L. (2019). Actividad física y TDAH: evidencia sobre el desarrollo, efectos neurocognitivos a corto y largo plazo y sus aplicaciones. *Pensar En Movimiento: Revista de Ciencias Del Ejercicio y La Salud*, 17(1), e37863–e37863. <https://doi.org/10.15517/PENSARMOV.V17I1.37863>
- Calabuig-Moreno, F., González-Serrano, M. H., Fombona, J., & García-Tascón, M. (2020). The Emergence of Technology in Physical Education: A General Bibliometric Analysis with a Focus on Virtual and Augmented Reality. *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 2728, 12(7), 2728. <https://doi.org/10.3390/SU12072728>
- Carbajo Vélez, M. del C. (2022). Pautas de intervención con alumnado con Trastorno de Déficit de Atención con Hiperactividad. *IJNE: International Journal of New Education*, ISSN-e 2605-1931, Nº. 9, 2022, Págs. 137-161, 9, 137–161. <https://doi.org/10.24310/IJNE.9.2022.13572>

- Chaddock, L., Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Johnson, C. R., Raine, L. B., & Kramer, A. F. (2012). Childhood aerobic fitness predicts cognitive performance one year later. *Journal of Sports Sciences*, 30(5), 421–430. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.647706>
- Choi, J. W., Han, D. H., Kang, K. D., Jung, H. Y., & Renshaw, P. F. (2015a). Aerobic exercise and attention deficit hyperactivity disorder: brain research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(1), 33–39. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000373>
- Choi, J. W., Han, D. H., Kang, K. D., Jung, H. Y., & Renshaw, P. F. (2015b). Aerobic Exercise and Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Brain Research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(1), 33. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000373>
- CIE-11. Retrieved May 18, 2025, from <https://icd.who.int/es/>
- Cohen, S. C. L., Harvey, D. J., Shields, R. H., Shields, G. S., Rashedi, R. N., Tancredi, D. J., Angkustsiri, K., Hansen, R. L., & Schweitzer, J. B. (2018). Effects of Yoga on Attention, Impulsivity, and Hyperactivity in Preschool-Aged Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder Symptoms. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics : JDBP*, 39(3), 200–209. <https://doi.org/10.1097/DBP.0000000000000552>
- Corrigan, N., Păsărelu, C. R., & Voinescu, A. (2023). Immersive virtual reality for improving cognitive deficits in children with ADHD: a systematic review and meta-analysis. *Virtual Reality*, 27(4), 3545–3564. <https://doi.org/10.1007/S10055-023-00768-1>
- Cunha, F., Campos, S., Simões-Silva, V., Brugada-Ramentol, V., Sá-Moura, B., Jalali, H., Bozorgzadeh, A., & Trigueiro, M. J. (2023). The effect of a virtual reality based intervention on processing speed and working memory in individuals with ADHD—A pilot-study. *Frontiers in Virtual Reality*, 4, 1108060. <https://doi.org/10.3389/FRVIR.2023.1108060/BIBTEX>
- Curatolo, P., D’Agati, E., & Moavero, R. (2010). The neurobiological basis of ADHD. *Italian Journal of Pediatrics*, 36(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/1824-7288-36-79/TABLES/1>
- Drechsler, R., Brem, S., Brandeis, D., Grünblatt, E., Berger, G., & Walitza, S. (2020). ADHD: Current Concepts and Treatments in Children and Adolescents. *Neuropediatrics*, 51(5), 315. <https://doi.org/10.1055/S-0040-1701658>
- DSM-5®. (2014). Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales: DSM-5 / Centro de Investigación Biomédica En Red de Salud Mental. 996.

- DuPaul, G. J., & Jimerson, S. R. (2014). Assessing, understanding, and supporting students with ADHD at school: Contemporary science, practice, and policy. *School Psychology Quarterly*, 29(4), 379–384. <https://doi.org/10.1037/SPQ0000104>,
- DuPaul, G. J., Weyandt, L. L., & Janusis, G. M. (2011). Adhd in the classroom: Effective intervention strategies. *Theory into Practice*, 50(1), 35–42. <https://doi.org/10.1080/00405841.2011.534935>
- Efstratopoulou, M., Simons, J., & Janssen, R. (2013). Concordance Among Physical Educators', Teachers', and Parents' Perceptions of Attention Problems in Children. *Journal of Attention Disorders*, 17(5), 437–443. <https://doi.org/10.1177/1087054711431698>,
- Evans, S. W., Langberg, J. M., Egan, T., & Molitor, S. J. (2014a). Middle and High School Based Interventions for Adolescents with ADHD. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 23(4), 699. <https://doi.org/10.1016/J.CHC.2014.05.004>
- Evans, S. W., Langberg, J. M., Egan, T., & Molitor, S. J. (2014b). Middle and High School Based Interventions for Adolescents with ADHD. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 23(4), 699. <https://doi.org/10.1016/J.CHC.2014.05.004>
- Farič, N., Smith, L., Hon, A., Potts, H. W. W., Newby, K., Steptoe, A., & Fisher, A. (2021). A virtual reality exergame to engage adolescents in physical activity: Mixed methods study describing the formative intervention development process. *Journal of Medical Internet Research*, 23(2), e18161. <https://doi.org/10.2196/18161>
- Gawrilow, C., Kühnhausen, J., Schmid, J., & Stadler, G. (2014). Hyperactivity and Motoric Activity in ADHD: Characterization, Assessment, and Intervention. *Frontiers in Psychiatry*, 5(NOV), 171. <https://doi.org/10.3389/FPSYT.2014.00171>
- Giannakopoulos, G. (2025). Adolescents with ADHD in the school environment: A comprehensive review of academic, social, and emotional challenges and interventions Journal of Clinical Images and Medical Case Reports. *Open Access*, 6. <https://doi.org/10.52768/2766-7820/3528>
- Graham, L. G., & Niemeyer, J. A. (2007). TRADITIONAL MARTIAL ARTS AND CHILDREN WITH ADHD: SELF-PERCEPTIONS OF COMPETENCE.
- Guillermo, L., Montes, A., Ricardo-Garcell, J., Alcántara, H. P., Martínez García, R. B., Correspondencia, : M, En, C., Luis, G., & Almeida, M. (2010). Alteraciones estructurales encefálicas en el trastorno por déficit de atención e hiperactividad: una actualización. Segunda parte. *Salud Mental*, 33(1), 77–84. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33252010000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275–285.
<https://doi.org/10.1016/J.SUSOC.2022.05.004>
- Harvey, W. J., Reid, G., Bloom, G. A., Staples, K., Grizenko, N., Mbekou, V., Ter-Stepanian, M., & Joobar, R. (2009). Physical activity experiences of boys with and without ADHD. *Adapted Physical Activity Quarterly : APAQ*, 26(2), 131–150. <https://doi.org/10.1123/APAQ.26.2.131>
- Heikenfeld, J., Jajack, A., Rogers, J., Gutruf, P., Tian, L., Pan, T., Li, R., Khine, M., Kim, J., Wang, J., & Kim, J. (2018). Wearable sensors: modalities, challenges, and prospects. *Lab on a Chip*, 18(2), 217–248.
<https://doi.org/10.1039/C7LC00914C>
- Hernandez-Reif, M., Field, T. M., & Thimas, E. (2001). Attention deficit hyperactivity disorder: Benefits from Tai Chi. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 5(2), 120–123.
<https://doi.org/10.1054/JBMT.2000.0219>
- Herrera-Gutiérrez, E., & Martínez-Frutos, M. T. (2021). Factors related to teacher knowledge about attention-deficit/hyperactivity disorder. *Revista de Neurologia*, 73(7), 233–240. <https://doi.org/10.33588/RN.7307.2020512>,
- Hoza, B., Martin, C. P., Pirog, A., & Shoulberg, E. K. (2016). Using Physical Activity to Manage ADHD Symptoms:The State of the Evidence. *Current Psychiatry Reports*, 18(12). <https://doi.org/10.1007/S11920-016-0749-3>
- Karami, B., Koushki, R., Arabgol, F., Rahmani, M., & Vahabie, A. H. (2021). Effectiveness of Virtual/Augmented Reality–Based Therapeutic Interventions on Individuals With Autism Spectrum Disorder: A Comprehensive Meta-Analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 12, 665326.
<https://doi.org/10.3389/FPSYT.2021.665326/FULL>
- Konofal, E., Lecendreux, M., & Cortese, S. (2010). Sleep and ADHD. *Sleep Medicine*, 11(7), 652–658. <https://doi.org/10.1016/J.SLEEP.2010.02.012>
- Kreider, C. M., Medina, S., & Slamka, M. R. (2019). Strategies for Coping with Time-Related and Productivity Challenges of Young People with Learning Disabilities and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Children*, 6(2), 28. <https://doi.org/10.3390/CHILDREN6020028>
- Lakes, K. D., & Hoyt, W. T. (2004a). Promoting self-regulation through school-based martial arts training. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 25(3), 283–302.
<https://doi.org/10.1016/J.APPDEV.2004.04.002>
- Lakes, K. D., & Hoyt, W. T. (2004b). Promoting self-regulation through school-based martial arts training. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 25(3), 283–302.
<https://doi.org/10.1016/J.APPDEV.2004.04.002>

- Liu, H., Chen, X., Huang, M., Yu, X., Gan, Y., Wang, J., Chen, Q., Nie, Z., & Ge, H. (2023). Screen time and childhood attention deficit hyperactivity disorder: a meta-analysis. *Reviews on Environmental Health*, 39(4). <https://doi.org/10.1515/REVEH-2022-0262>,
- Llanos Lizcano, L. J., García Ruiz, D. J., González Torres, H. J., Puentes Rozo, P., Llanos Lizcano, L. J., García Ruiz, D. J., González Torres, H. J., & Puentes Rozo, P. (2019). Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) en niños escolarizados de 6 a 17 años. *Pediatría Atención Primaria*, 21(83), e101–e108. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322019000300004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Ludyga, S., Hanke, M., Leuenberger, R., Bruggisser, F., Pühse, U., Gerber, M., Lemola, S., Capone-mori, A., Keutler, C., Brotzmann, M., Weber, P., Hanke, M., Leuenberger, R., Bruggisser, F., Pühse, U., Gerber, M., Lemola, S., Capone-mori, A., Keutler, C., ... Weber, P. (2022). Martial Arts and Cognitive Control in Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder and Children Born Very Preterm: A Combined Analysis of Two Randomized Controlled Trials. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 55(5), 777. <https://doi.org/10.1249/MSS.00000000000003110>
- Ludyga, S., Hanke, M., Leuenberger, R., Bruggisser, F., Pühse, U. W. E., Gerber, M., Lemola, S., Capone-Mori, A., Keutler, C., Brotzmann, M., & Weber, P. (2023). Martial Arts and Cognitive Control in Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder and Children Born Very Preterm: A Combined Analysis of Two Randomized Controlled Trials. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 55(5), 777–786. <https://doi.org/10.1249/MSS.00000000000003110>
- Marsigliante, S., My, G., Mazzotta, G., & Muscella, A. (2024). The Effects of Exergames on Physical Fitness, Body Composition and Enjoyment in Children: A Six-Month Intervention Study. *Children* 2024, Vol. 11, Page 1172, 11(10), 1172. <https://doi.org/10.3390/CHILDREN11101172>
- Martín-Rodríguez, A., Herrero-Roldán, S., & Clemente-Suárez, V. J. (2025). The Role of Physical Activity in ADHD Management: Diagnostic, Digital and Non-Digital Interventions, and Lifespan Considerations. *Children*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/CHILDREN12030338>,
- Masi, L., Abadie, P., Herba, C., Emond, M., Gingras, M. P., & Amor, L. Ben. (2021). Video Games in ADHD and Non-ADHD Children: Modalities of Use and Association With ADHD Symptoms. *Frontiers in Pediatrics*, 9, 632272. <https://doi.org/10.3389/FPED.2021.632272/BIBTEX>

- Mehren, A., Reichert, M., Coghill, D., Müller, H. H. O., Braun, N., & Philipsen, A. (2020). Physical exercise in attention deficit hyperactivity disorder – evidence and implications for the treatment of borderline personality disorder. *Borderline Personality Disorder and Emotion Dysregulation*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.1186/S40479-019-0115-2>
- Muñoz Suazo, D., Navarro Muñoz, J., Camacho Lazarraga, P., Robles Rodríguez, A., Ibáñez Alcayde, M., Díaz Román, A., Cano García, R., Coronilla Navarro, M., Gil García, E., & Carballar González, A. (2019). Mejora de la atención en niños y niñas con TDAH tras una intervención física deportiva dirigida. *Cuadernos de Psicología Del Deporte, ISSN-e 1989-5879, ISSN 1578-8423, Vol. 19, Nº. 3, 2019, Págs. 37-46, 19(3)*, 37–46. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7109123&info=resumen&idioma=ENG>
- Oh, H. K., Rizzo, T. L., So, H., Chung, D. H., Park, S. J., & Lei, Q. (2010). Preservice physical education teachers' attributes related to teaching a student labeled ADHD. *Teaching and Teacher Education*, 26(4), 885–890. <https://doi.org/10.1016/J.TATE.2009.10.027>
- Sense of Self: How Being Misunderstood Impacts ADHD Brains*. (n.d.). Retrieved May 18, 2025, from https://www.additudemag.com/sense-of-self-being-misunderstood-adhd/?srsltid=AfmBOorw0djxyliqdmDw9hyHTiKf0ZTAi_qA2u43Vgo9_bmlZgy5IZ3g
- Shahzad, M. F., Xu, S., Lim, W. M., Yang, X., & Khan, Q. R. (2024). Artificial intelligence and social media on academic performance and mental well-being: Student perceptions of positive impact in the age of smart learning. *Heliyon*, 10(8), e29523. <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2024.E29523>
- Staff, A. I., Oosterlaan, J., van der Oord, S., van den Hoofdakker, B. J., & Luman, M. (2023). The Relation Between Classroom Setting and ADHD Behavior in Children With ADHD Compared to Typically Developing Peers. *Journal of Attention Disorders*, 27(9), 939. <https://doi.org/10.1177/10870547231167522>
- Staiano, A. E., Abraham, A. A., & Calvert, S. L. (2013). Adolescent exergame play for weight loss and psychosocial improvement: a controlled physical activity intervention. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 21(3), 598–601. <https://doi.org/10.1002/OBY.20282>
- Staikova, E., Gomes, H., Tartter, V., McCabe, A., & Halperin, J. M. (2013). Pragmatic Deficits and Social Impairment in Children with ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 54(12), 1275. <https://doi.org/10.1111/JCPP.12082>

- Sun, W., Yu, M., & Zhou, X. (2022). Effects of physical exercise on attention deficit and other major symptoms in children with ADHD: A meta-analysis. *Psychiatry Research*, 311, 114509. <https://doi.org/10.1016/J.PSYCHRES.2022.114509>
- Vana Gkora. (2024). Advancing ADHD education: autonomy, technology, and inclusive strategies. *GSC Advanced Research and Reviews*, 18(3), 101–111. <https://doi.org/10.30574/GSCARR.2024.18.3.0084>
- Verret, C., Guay, M. C., Berthiaume, C., Gardiner, P., & Béliveau, L. (2012). A physical activity program improves behavior and cognitive functions in children with ADHD: an exploratory study. *Journal of Attention Disorders*, 16(1), 71–80. <https://doi.org/10.1177/1087054710379735>
- Wang, P., Ai, X., Zhang, X., Ma, F., Zhuang, Y., & Wang, S. (2024). Evaluating virtual reality technology in psychotherapy: impacts on anxiety, depression, and ADHD. *Frontiers in Psychiatry*, 15, 1480788. <https://doi.org/10.3389/FPSYT.2024.1480788/BIBTEX>
- Ward, R. J., Bristow, S. J., Kovshoff, H., Cortese, S., & Kreppner, J. (2020). The Effects of ADHD Teacher Training Programs on Teachers and Pupils: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Attention Disorders*, 26(2), 225. <https://doi.org/10.1177/1087054720972801>

PROPUESTA DE UN PROGRAMA DEPORTIVO DE JUDO EN CENTROS ESCOLARES DE EDUCACIÓN ESPECIAL

MARIO MONTERO GONZÁLEZ
Universidad Alfonso X El Sabio

BORJA SUÁREZ VILLADAT
Universidad Rey Juan Carlos

SONIA MONTERO GONZÁLEZ
Universidad Alfonso X El Sabio

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la educación inclusiva ha emergido como un paradigma fundamental en el ámbito pedagógico, promoviendo la equidad y la participación activa de todos los estudiantes, especialmente aquellos con necesidades educativas especiales (NEE), en entornos escolares comunes. Este enfoque, respaldado por organismos internacionales como la UNESCO (2023) y la ONU (2023), busca garantizar el derecho a una educación de calidad para todos, reconociendo y valorando la diversidad como un recurso educativo y social.

En este contexto, el deporte se ha consolidado como una herramienta pedagógica eficaz para fomentar la inclusión, el desarrollo integral y la mejora de habilidades físicas, sociales y emocionales en estudiantes con NEE. Entre las múltiples disciplinas deportivas, el judo destaca por su estructura filosófica y pedagógica, centrada en valores como el respeto, la disciplina, la superación personal y la cooperación. Estos principios lo convierten en una opción idónea para su implementación en contextos educativos inclusivos, especialmente en centros de educación especial (Real Federación Española de Judo y Deportes Asociados [RFEJUDO], 2025).

El judo, arte marcial de origen japonés fundado por Jigoro Kano, se basa en principios éticos y morales que se transmiten de forma implícita durante

la práctica: cortesía, coraje, sinceridad, honor, modestia, respeto y auto-control. Esta transmisión de valores ocurre en un entorno de colaboración y respeto mutuo, lo que favorece la creación de un clima educativo positivo y propicio para el aprendizaje inclusivo (García & López, 2022).

Desde una perspectiva motriz, la práctica regular del judo contribuye significativamente al desarrollo de habilidades como la coordinación, el equilibrio, la fuerza muscular y la flexibilidad. Ejercicios específicos como el ukemi (técnicas de caída) no solo mejoran la motricidad, sino que también enseñan a los niños a protegerse en situaciones cotidianas, reduciendo el riesgo de lesiones. Además, el judo promueve la conciencia corporal, permitiendo a los practicantes explorar sus capacidades y límites de manera segura y progresiva (Fernández & Morales, 2021).

En el plano emocional y social, el judo favorece el desarrollo de la autoestima, la resiliencia y la autorregulación emocional. Al tratarse de un deporte de combate que requiere la interacción constante con un compañero, se refuerzan habilidades como la empatía, la comunicación y la cooperación, aspectos esenciales para la inclusión social (López & Torres, 2020).

Una de las principales fortalezas del judo es su capacidad de adaptación a las necesidades individuales de cada practicante. Las sesiones pueden ser personalizadas en cuanto a ritmo, intensidad y técnicas, lo que permite una participación segura y significativa para todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades. El uso de estrategias como demostraciones visuales, instrucciones claras y refuerzo positivo facilita el aprendizaje y la inclusión efectiva (Tipanta Guachamín et al., 2023).

Para garantizar el éxito de programas de judo en contextos educativos inclusivos, es imprescindible contar con profesionales debidamente formados. En este sentido, la RFEJUDO (2025) ha desarrollado iniciativas formativas específicas para la inclusión de personas con discapacidad, proporcionando herramientas pedagógicas y metodológicas adaptadas. Asimismo, ha impulsado programas dirigidos a personas con síndrome de Down, promoviendo jornadas inclusivas impartidas por profesionales especializados.

En suma, la implementación del judo en centros de educación especial representa una oportunidad valiosa para promover la inclusión, el

desarrollo personal y la mejora de habilidades físicas y sociales en estudiantes con NEE. Gracias a su enfoque en valores, su estructura adaptable y su potencial pedagógico, el judo se presenta como una disciplina idónea para contribuir a la construcción de entornos educativos más inclusivos, equitativos y enriquecedores para todos.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este programa en centros escolares de educación especial, es conseguir un desarrollo motriz y socioafectivo del alumnado con discapacidad cognitiva leve tras la implementación del judo como actividad física semanal. Con ello se quiere obtener un desarrollo íntegro del participante junto a una mejora en la calidad de vida.

Por otro lado, de manera secundaria se buscará adquirir hábitos saludables en los participantes, aumentar la autoestima y confianza en sí mismos viendo como con el paso de las semanas mejoran poco a poco, así como desarrollar la responsabilidad personal, autocuidado y conciencia corporal a través de la práctica de este deporte.

3. METODOLOGÍA

CONTACTO CON EL CENTRO EDUCATIVO

El primer paso fundamental para la implementación de un programa de judo en un centro de educación especial consiste en establecer un contacto formal y cercano con la institución. Esta etapa busca generar un vínculo de confianza y colaboración entre el equipo responsable del programa (entrenadores, monitores especializados, coordinadores del proyecto) y el equipo directivo y docente del centro.

Este contacto puede realizarse inicialmente mediante una reunión informativa, donde se exponga de manera clara y concisa la propuesta educativa-deportiva. En esta reunión se explicarán los objetivos generales del programa, los beneficios del judo para el desarrollo físico, emocional y social del alumnado con necesidades educativas especiales, así como los aspectos logísticos: duración, frecuencia, materiales necesarios y condiciones de seguridad.

Además, se aprovechará este espacio para recoger información clave sobre el perfil del alumnado, el tipo de discapacidades o necesidades específicas presentes, las rutinas del centro, y los recursos disponibles. Esta información será fundamental para adaptar el programa a la realidad y necesidades del entorno educativo.

Un aspecto esencial en esta fase es el compromiso y participación del personal del centro, tanto docentes como personal de apoyo, quienes pueden actuar como mediadores pedagógicos entre el alumnado y el monitor de judo. También se considerará el consentimiento y participación de las familias, quienes deberán estar informadas y apoyar el desarrollo de la actividad.

AGRUPACIÓN DEL ALUMNADO

Una vez establecida la colaboración con el centro y recogida la información pertinente, se procederá a la agrupación del alumnado. Este paso es crucial para asegurar la adecuación de las sesiones a las capacidades, intereses y necesidades del grupo.

Dado que se trata de un centro de educación especial, se deben tener en cuenta múltiples variables a la hora de organizar los grupos: edad cronológica, nivel madurativo, tipo y grado de discapacidad (intelectual, motriz, sensorial, etc.), habilidades sociales, nivel de autonomía, y posibles conductas disruptivas.

Los grupos deberán ser reducidos, recomendablemente de entre 4 a 8 alumnos/as, para garantizar una atención individualizada y un entorno seguro. Además, se priorizará la homogeneidad funcional dentro del grupo para favorecer una dinámica inclusiva, evitando tanto la frustración por niveles muy dispares como el estancamiento en la progresión.

Cada grupo contará con el apoyo del monitor de judo, y al menos un profesional del centro (maestro de educación especial o educador/a), que pueda facilitar la comprensión de las actividades, adaptar las instrucciones o intervenir en caso de necesidades específicas. Esta co-participación promueve una metodología inclusiva, participativa y segura.

PROGRAMACIÓN DE SESIONES

La programación de las sesiones de judo será flexible y adaptativa, estructurada en torno a un enfoque lúdico, psicomotor y formativo. Las sesiones tendrán una duración de entre 35 y 45 minutos, dependiendo de la edad y capacidades del grupo, y se realizarán con una frecuencia semanal, en función de la disponibilidad del centro y del equipo técnico. La idea es comenzar a introducirlo un día a la semana para posteriormente ampliarlo y poder realizar semanas con 2 o incluso 3 sesiones siempre mirando que aporta beneficios observables a los participantes del programa.

Cada sesión estará organizada en tres fases:

- **Calentamiento (10 min):** se realizarán dinámicas de activación corporal y toma de contacto, con juegos motores sencillos, circuitos básicos, y saludos rituales del judo (reverencia). Esta fase también sirve para reforzar hábitos y rutinas.
- **Actividad principal (25 min):** se abordarán contenidos básicos del judo adaptado, como la caída segura (ukemi), el equilibrio, el control postural, la coordinación, las técnicas de agarre suaves (kumi-kata) y los juegos de oposición controlada. Las propuestas se adaptarán a las capacidades de cada grupo y se realizarán mediante dinámicas de pareja o equipo, fomentando el respeto mutuo, la cooperación y el autocontrol.
- **Vuelta a la calma y cierre (5 min):** se realizarán actividades de estiramiento, relajación, y un breve repaso verbal o gestual de lo trabajado, con refuerzo positivo. Se usará un lenguaje accesible y apoyos visuales si es necesario (pictogramas, gestos, etc.).

El diseño de la programación seguirá principios metodológicos de la pedagogía inclusiva: aprendizaje significativo, adaptación de tareas, uso de apoyos visuales y sensoriales, y refuerzos positivos. Se establecerán objetivos generales y específicos por trimestre, evaluando los avances no solo en términos técnicos, sino también en aspectos emocionales, sociales y conductuales.

TABLA 1. *Ejemplo de sesión*

Calentamiento (10min)	Movilidad dinámica (3min) Juego grupal (7 min)
Parte principal (25min)	Explicación técnica (2min) Puesta en práctica del gesto técnico con diferentes ejercicios (15min) Juego de contacto/combate (5min)
Vuelta a la calma (5min)	Juego final (5min)

Fuente: Elaboración propia

Actividades complementarias

Con el fin de enriquecer el programa y fortalecer el impacto educativo del judo en el centro, se propondrán una serie de actividades complementarias, dirigidas tanto al alumnado como al entorno escolar y familiar:

- **Exhibiciones internas:** al final de cada trimestre o curso, se puede organizar una pequeña exhibición o jornada abierta donde el alumnado muestre, a través de juegos o dinámicas adaptadas, los aprendizajes adquiridos. Esta actividad permite aumentar la autoestima del alumnado y valorar su esfuerzo.
- **Jornadas de convivencia:** se promoverán encuentros con otros centros o entidades que desarrollen judo adaptado, para compartir experiencias, conocer otros entornos y ampliar la red de apoyo.
- **Formación para docentes y familias:** se ofrecerán sesiones informativas sobre los beneficios del judo, orientaciones para reforzar en casa habilidades psicomotoras, y recursos para fomentar hábitos saludables y valores deportivos.
- **Material audiovisual:** se elaborarán vídeos y fichas visuales adaptadas que sirvan como herramienta pedagógica de repaso, anticipación y evaluación.

Estas actividades complementarias no solo refuerzan el aprendizaje, sino que contribuyen a la creación de una cultura deportiva inclusiva en

el entorno escolar, rompiendo estigmas y fomentando el desarrollo integral del alumnado.

4. RESULTADOS ESPERADOS

Como se indica en el propio título, este trabajo se trata de una propuesta de estudio por lo que no se ha podido llevar a cabo en ningún centro escolar, por ello hablaremos de los resultados esperados y que es aquello que se quería lograr gracias a la implementación del mismo.

El objetivo del estudio es mejorar la calidad de vida de los participantes en diferentes ámbitos y que todos los beneficios que obtengan no sean solo en el ámbito deportivo/escolar, sino que lo trasladen a su día a día.

En primer lugar, todo este programa les ayudará a mejorar las relaciones interpersonales en específico de las habilidades sociales y comunicativas, generando así una mayor capacidad para interactuar con el resto de compañeros, docentes y entorno, pudiendo transferirlo fuera del centro escolar.

Por otro lado, a nivel personal les creará un desarrollo individual de la autonomía personal, así como un fortalecimiento de la autoestima y autoconfianza. La seguridad en sí mismo irá creciendo hasta el punto de reducir casi por completo la dependencia y apoyo por parte de los educadores pudiendo así realizar actividades cotidianas de una mejor manera.

Por último, el deporte lleva implícito una gran carga de valores siendo un aspecto muy importante en el judo. Los participantes fomentarán todos estos a través de actitudes positivas que impacten no solo en las sesiones en el centro escolar sino en el entorno familiar o convivencia. Además, respeto, disciplina, honestidad, perseverancia son algunos de los valores que aplicarán en su vida cotidiana.

5. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

A partir de esta propuesta, se abren diversas líneas de investigación que podrían enriquecer el conocimiento sobre la implementación del judo en contextos de educación especial. En primer lugar, sería pertinente

desarrollar estudios longitudinales que permitan analizar el impacto sostenido del programa a lo largo del tiempo, evaluando si los beneficios físicos, emocionales y sociales se mantienen, se transfieren o evolucionan en etapas posteriores del desarrollo del alumnado. Asimismo, resulta de interés adaptar esta propuesta a estudiantes con otras tipologías de discapacidad, como la cognitiva moderada o grave, o la discapacidad motora, explorando las modificaciones necesarias para garantizar su participación efectiva. Otra línea relevante consiste en investigar cómo la práctica del judo contribuye al desarrollo de competencias transversales como la autonomía, la autorregulación, la autoestima o la cooperación, más allá de los logros físicos observables. También se considera fundamental el diseño y evaluación de programas formativos dirigidos a profesionales de la educación especial, con el fin de dotarlos de herramientas pedagógicas, terapéuticas y técnicas para implementar actividades deportivas inclusivas.

Por otro lado, sería valioso analizar el impacto del programa en la percepción de las familias y del personal docente sobre las capacidades del alumnado, así como su influencia en la cultura inclusiva del centro. Además, futuras investigaciones podrían comparar la eficacia del judo con otras disciplinas deportivas adaptadas, como la natación, el atletismo o la danza, para valorar su especificidad y potencial en el desarrollo integral del alumnado con NEE. Finalmente, se propone profundizar en el estudio de la inclusión y la accesibilidad, investigando cómo adaptar aún más el programa para estudiantes con múltiples discapacidades o con barreras de acceso al deporte, garantizando así una participación equitativa y significativa.

6. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Como toda investigación existen unos factores limitantes que podrían interferir en el desarrollo de la misma, los exponemos a continuación.

La principal limitación radica en la posibilidad de no tener los recursos económicos suficientes con los que poder garantizar el desarrollo, además una falta de recursos materiales como un espacio adecuado y el

material específico propio del deporte podría comprometer al desarrollo de la propuesta.

El número de participantes es un indicativo para validar y generalizar los resultados, por ello al tratarse de un contexto educativo especial y por tanto de una población muy reducida, la falta de participantes se una condicionante para su desarrollo.

Una vez se obtienen los dos primeros puntos, es necesario que el programa y sus adaptaciones es ajusten al alumnado. A pesar de tratar a un grupo con una misma condición, la gran variedad de discapacidades existentes puede suponer que no todos se adapten de una manera adecuada limitando así el acceso al programa y afectando a la eficacia en algunos perfiles de los estudiantes.

Por último, la posibilidad de deserción por parte de los participantes o del propio equipo docente supone un peligro para el desarrollo del programa. Este abandono puede deberse a varios motivos como la falta de motivación, dificultades personales etc.

7. AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos expresar nuestro agradecimiento a Borja Suárez Villadat por darnos la oportunidad de participar en este congreso. Su apoyo y gestión ha sido fundamental para poder acceder.

Su confianza en nuestro trabajo, acompañamiento y participación durante el mismo han marcado la diferencia en el desarrollo de los documentos. Por todo ello, reciba nuestro más sincero reconocimiento y gratitud.

8. REFERENCIAS

Arnau, Federación internacional de judo (2025). Recuperado el 31 de mayo de 2025 <https://www.ijf.org/>

Fernández, J., & Morales, P. (2021). Impacto del judo adaptado en el desarrollo emocional de niños con TEA. *Journal of Sports Psychology*, 32(3), 145-159.

García, L., & López, R. (2022). Beneficios físicos de los deportes adaptados en niños con discapacidades. *Revista de Psicología Deportiva*, 28(3), 210-222.

- López, C., & Torres, M. (2020). Estrategias pedagógicas inclusivas en el judo infantil. *Child and Sport Psychology Journal*, 29(2), 111-125.
- Naciones Unidas. (2023). Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad: Artículo 24 - Educación. <https://www.un.org/development/desa/disabilities-es/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities/article-24-education.html>
- Real Federación Española de Judo y Deportes Asociados. (2025). Recuperado el 31 de mayo de 2025 <https://www.rfejudo.com/>
- ONCE. (2025). Crean una Red de Centros de Referencia para la práctica del judo de forma inclusiva. Recuperado de <https://www.once.es/noticias/crean-una-red-de-centros-de-referencia-para-la-practica-del-judo-de-forma-inclusiva>
- Tipanta Guachamín, B. R., et al. (2023). Cómo la inclusión de estudiantes con discapacidades puede mejorar el aprendizaje para todos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 112–130. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7n1.2023.112
- UNESCO. (2023). Una mirada sobre la educación inclusiva (B. Macedo, Aut.). Oficina Regional de Ciencias de la UNESCO para América Latina y el Caribe. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385847>

ANÁLISIS DEL CAMBIO DE NORMATIVA Y SU EFECTO EN LA PARTICIPACIÓN EN LOS CMPEONATOS DEL MUNDO Y JUEGOS PARALÍMPICOS DE JUDO

MARIO MONTERO GONZÁLEZ
Universidad Alfonso X El Sabio

BORJA SUÁREZ VILLADAT
Universidad Rey Juan Carlos

1. INTRODUCCIÓN

El judo paralímpico ha experimentado cambios significativos en su normativa desde su inclusión en los Juegos Paralímpicos de Seúl 1988 para hombres y Atenas 2004 para mujeres. Estos cambios han buscado mejorar la equidad y competitividad del deporte, impactando directamente en la participación de los atletas en campeonatos mundiales y paralímpicos.

La falta de datos evidenciados hace muy difícil la labor de investigación en un campo relativamente nuevo. Poco a poco van cobrando mayor importancia los deportes paralímpicos y en el caso del judo al ser una disciplina donde solo se realizan unos pequeños ajustes se considera una buena oportunidad para hacerle foco y empezar a investigar sobre ello.

Evolución de las Clasificaciones Visuales

La IBSA (2023) propuso uno de los cambios más relevantes, que fue la introducción de las clases visuales J1 y J2 después de los Juegos de Tokio 2020. Anteriormente, todos los judokas con discapacidad visual competían juntos, lo que generaba desventajas para los ciegos totales frente a los parcialmente videntes. Con la nueva clasificación, los atletas ciegos (J1) y los parcialmente videntes (J2) compiten por separado, promoviendo una competencia más justa.

Este cambio, aunque positivo en términos de equidad, también trajo desafíos. La implementación de pruebas visuales más estrictas llevó a la descalificación de algunos atletas que previamente eran elegibles. (IBSA 2023). Un caso destacado es el de la campeona paralímpica Shahana Hajiyevea, quien fue descalificada en 2025 por no cumplir con los nuevos criterios de discapacidad visual.

Modificaciones en las Categorías de Peso

Además de las clases visuales, la propia IBSA (2023) propuso reducir las categorías de peso de siete a cuatro por género, con el objetivo de equilibrar la competitividad y facilitar la organización de los eventos. Esta reducción ha generado debates sobre su impacto en la participación, especialmente para atletas que se encontraban en categorías eliminadas.

A pesar de considerarse positivos todos estos cambios, la IJF (2023) mantiene en revisión todas estas reglas nuevas para buscar el mejor punto posible sin discriminar a nadie.

Iniciativas para Fomentar la Participación

Para contrarrestar los efectos restrictivos de algunas normativas, se han implementado iniciativas como el "Small Country Challenge" de la IBSA (2023), dirigido a países con menor desarrollo en judo paralímpico. Este programa busca brindar oportunidades de competencia y entrenamiento a judokas de naciones pequeñas, promoviendo una mayor inclusión y desarrollo del deporte a nivel global.

Los cambios normativos han tenido un impacto mixto en la participación. Por un lado, han mejorado la equidad y la calidad de la competencia. Por otro, han generado barreras para algunos atletas debido a criterios más estrictos de clasificación. Sin embargo, iniciativas como la mencionada anteriormente y el compromiso de organizaciones como la IBSA y el IPC indican un esfuerzo continuo por equilibrar la equidad con la inclusión.

En sumo, la evolución normativa del judo paralímpico refleja un esfuerzo por mejorar la equidad y competitividad del deporte. Aunque estos cambios han presentado desafíos, especialmente en términos de participación, las iniciativas complementarias y la revisión continua de

las reglas sugieren un compromiso con la inclusión y el desarrollo global del judo paralímpico.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio es recopilar y analizar todos los cambios acontecidos en los últimos años para comprobar cual ha sido la influencia que han tenido sobre los últimos campeonatos de judo paralímpico. Se busca obtener respuesta sobre la inclusión y participación en los campeonatos de máximo nivel.

Por otro lado, de manera secundaria se establecerán similitudes y diferencias entre los cambios y como afectan a los Campeonatos del Mundo y Juegos Paralímpicos.

Por último, se utilizará todo lo obtenido para sugerir posibles modificaciones o reajustes sobre la normativa para beneficiar a los deportistas y el propio desarrollo de competiciones.

3. METODOLOGÍA

Este estudio presenta una estrategia metodológica orientada al análisis de los efectos que los cambios normativos han tenido sobre la participación en campeonatos del mundo y Juegos Paralímpicos de judo. Esta investigación se estructuró en 3 fases principales: 1- Recopilación de datos 2- Análisis comparativo y estadístico 3- Síntesis de resultados. A continuación, se detalla el procedimiento.

RECOPILACIÓN DE DATOS

La primera fase de este estudio consistió en la recopilación de datos oficiales y toda la información necesaria procedente de fuentes primarias (IBSA) y posibles fuentes secundarias (IJF). Dentro de la IBSA encontramos multitud de apartados, pero en la sección de judo queda detallado todo lo que se buscaba.

En esta fuente se pudo acceder a los reglamentos técnicos más recientes, así como alguno más antiguo (entre 2010 y 2024) donde se detallan

aspectos como las categorías de peso, requisitos de participación e incluso el sistema de clasificación visual. Por otro lado, multitud de comunicados y circulares que indican la información relativa a la estructura de las competiciones, los criterios de inclusión de la misma (por si hubiese posibles modificaciones) y las modificaciones en cuanto a organización con respecto a otras. Por último, los resultados de todas las competiciones de alto nivel organizadas durante esos años de nivel internacional. Dentro de este apartado se seleccionaron solo aquellos documentos pertenecientes a los Campeonatos del Mundo y los Juegos Paralímpicos.

Los datos recopilados incluyeron el número de participantes por año, país, sexo, categoría de peso y clase de discapacidad visual (J1 o J2). Además, se integró información sobre la evolución del número de países participantes, variaciones en la representación continental y número total de medallistas.

Por otro lado, se revisaron informes por parte de Comité Paralímpico Internacional (IPC), además de incluir artículos, entrevistas a entrenadores y competidores como complemento a los documentos analizados.

ANÁLISIS COMPARATIVO Y ESTADÍSTICO

Durante esta segunda fase, el objetivo era examinar de manera detallada no sólo los cambios que se habían realizado sino también cuales eran las consecuencias de ellos y si seguían un patrón específico.

Por un lado, se analizará la normativa en cuanto a los criterios de inclusión/exclusión, comparando así el sistema de clasificación anterior (B1-B3) con el actual (J1-J2). Además, junto a ello los nuevos criterio y protocolos para la clasificación de la discapacidad visual (muchos de los competidores que antes se consideraban paralímpicos dejarían de serlo). Por último, análisis de las categorías de peso y la participación en ellas, analizando también si hubiese diferencias entre géneros.

Por otro lado, un análisis más exhaustivo de la participación en todas las competiciones. Con esto se pretende encontrar tendencias o patrones que hayan evolucionado a lo largo de los años y sean consecuencia de algún cambio en la normativa.

SÍNTESIS DE RESULTADOS

La función de esta tercera fase era realizar una síntesis de todos los datos obtenidos con la finalidad de obtener conclusiones basadas en esos datos sobre el impacto de los cambios de normativa.

Por consecuente, el análisis de estos resultados nos daría una serie de conclusiones las cuáles dan respuesta a los objetivos planteados para el estudio. Además, ayudaría a tener futuras consideraciones e incluso ideas para poder implementar en el futuro.

4. RESULTADOS ESPERADOS

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en base a los documentos analizados.

El análisis de la normativa más reciente y la evolución de la participación nos indica que los mayores cambios y con una repercusión más grande en el judo paralímpico han tenido lugar en la última década, especialmente desde 2016 en adelante. Entre estos se destacan la reformulación del sistema de clasificación visual (J1 y J2) y la reducción del número de categorías de peso. Este periodo reciente ha sido especialmente dinámico en términos de adaptación normativa, reflejando un esfuerzo por armonizar el judo paralímpico con los estándares del judo olímpico y con los principios de equidad deportiva.

Uno de los resultados más claros observados es la disminución de la participación debido a la reducción de las categorías de peso. En varios eventos internacionales, se ha registrado una caída en el número total de atletas inscritos después de que se juntaran divisiones intermedias o se eliminaran pesos extremos. Este fenómeno ha afectado especialmente a atletas que quedan fuera de los márgenes de las nuevas categorías consolidadas, así como a mujeres y países con estructuras deportivas menos desarrolladas, que ya contaban con escasa representación. La reducción de las categorías de peso es un motivo de desánimo para los deportistas, puesto que debido a esto se reducen las oportunidades competitivas y aumenta la desigualdad para aquellos competidores que hayan tenido que cambiar de categoría.

Sin embargo, por otro lado, la introducción del sistema de clasificación funcional J1 (ceguera total) y J2 (ceguera parcial) ha dado como resultado una mayor igualdad a nivel competitivo. Gracias a esta nueva división nos encontramos frente a una competición más justa basada en su capacidad visual. Este cambio fue muy bien recibido por parte de las federaciones, así como de los propios deportistas. Los datos muestran un incremento en la participación de deportistas con ceguera total (J1) desde la implementación obligatoria del sistema en Tokio 2020, lo cual sugiere que muchos atletas perciben ahora mayores oportunidades de competir en condiciones más equilibradas.

Por todo esto, podemos sacar en claro que no existen cambios significativos en cuanto a la participación actual frente a la que había anteriormente. El aumento de participación que se consigue por un lado se pierde por el otro. Por ello se considera que todos los cambios realizados se tienen que mantener en revisión buscando una solución para conseguir una mayor participación en todos los aspectos sin descuidar la calidad competitiva.

5. CONCLUSIONES

La creación de divisiones funcionales, como J1 y J2, ha sido uno de los avances más importantes en términos de igualdad competitiva. Darles la posibilidad a todos los competidores de tener las mismas oportunidades a la hora de competir ha sido un avance muy aceptado por toda la comunidad competitiva. Gracias a ello, son los propios competidores los que están más predispuestos a competir ya que consideran todo más justo.

La competitividad ha aumentado como consecuencia de la reducción de categorías de peso. El hecho de concentrar a los mismos competidores en menos categorías da como resultado que el nivel suba. Sin embargo, son otros muchos deportistas los que ven reducidas sus posibilidades de conseguir grandes resultados ya que estas nuevas categorías no se ajustan como las anteriores.

Todos estos cambios indican que la normativa está en un momento de consolidación ya que se ha encontrado un equilibrio entre la participación/inclusión y la competitividad. No se han encontrado cambios

significativos, sin embargo, no significa que no se deban mantener en revisión por si pudiese existir alguna mejora.

6. AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos expresar nuestro agradecimiento a Borja Suárez Villadat por darnos la oportunidad de participar en este congreso. Su apoyo y gestión ha sido fundamental para poder acceder.

Su confianza en nuestro trabajo, acompañamiento y participación durante el mismo han marcado la diferencia en el desarrollo de los documentos. Por todo ello, reciba nuestro más sincero reconocimiento y gratitud.

7. REFERENCIAS

Comité Paralímpico Español. (2025). Recuperado de <https://www.paralimpicos.es/>

IBSA. (2025). Recuperado de <https://ibsajudo.sport/>

International Judo Federation. (2025). Recuperado de <https://www.ijf.org/>

International Paralympic Committee. (2025). Recuperado de <https://www.paralympic.org/>

LOS DEPORTES PARALÍMPICOS EN LA ESCUELA. UNA PROPUESTA LÚDICA COMO MEDIO DE ENSEÑANZA

FLAVIA ESTEFANÍA AMAR CANTOS
Universidad de Cádiz

1. INTRODUCCIÓN

Fomentar la inclusión y la diversidad en el ámbito escolar resulta esencial para garantizar una educación igualitaria para todo el alumnado. La propuesta educativa que se presenta a continuación tiene como objetivo principal integrar los deportes paralímpicos en la etapa de Educación Primaria, resaltando sus múltiples beneficios y su importancia en la promoción de una educación inclusiva y diversa.

En una primera parte, se introduce el concepto de juego, subrayando los beneficios que su práctica aporta en el desarrollo integral del alumnado durante la Educación Primaria. El juego es un motor de aprendizaje, socialización y bienestar emocional y físico, factores clave en esta etapa educativa.

A continuación, se analiza el concepto de deporte y sus aportes en el ámbito escolar, como la promoción de valores de superación, disciplina, desarrollo físico y respeto a las normas. También se abordan los conceptos de inclusión, discapacidad visual y física, explorando los distintos tipos y grados de discapacidad, con el propósito de sensibilizar al alumnado y avanzar hacia una educación más inclusiva.

Seguidamente, se enfatiza la importancia de que el alumnado conozca el deporte inclusivo. La educación física, a través de propuestas adecuadas y metodologías inclusivas, se convierte en una herramienta fundamental para fomentar la participación de todo el alumnado, promover la igualdad y desarrollar habilidades sociales. Se profundiza en el conocimiento del deporte paralímpico, su organización en los Juegos Paralímpicos y el valor de sus deportistas, quienes simbolizan la

superación y ayudan a romper estereotipos, favoreciendo la sensibilización hacia la diversidad.

Finalmente, se presenta una propuesta didáctica dirigida al último ciclo de Educación Primaria, compuesta por 8 sesiones y un Torneo Final como producto final. En este proyecto, el alumnado tendrá la oportunidad de conocer y practicar 4 disciplinas paralímpicas, combinando tanto el aprendizaje teórico como la experiencia práctica.

1.1. EL JUEGO Y SUS BENEFICIOS EN LA ETAPA DE EDUCACIÓN PRIMARIA

De acuerdo con Meneses y Monge (2001), el juego se concibe como una actividad natural que no persigue un interés concreto; surge de manera instintiva e innata, generando placer y bienestar en quien lo practica. En el ámbito educativo, el juego ocupa un lugar esencial, ya que constituye un pilar fundamental en el proceso de aprendizaje infantil. Por ello, consideran que debe situarse en el centro del programa educativo, planteando la planificación pedagógica desde la premisa de que el juego es una herramienta indispensable para el desarrollo del alumnado.

Siguiendo esta misma línea, los autores sostienen que el entorno educativo debe configurarse como un espacio activo, en el cual la curiosidad infantil se estimule a través de materiales adecuados que permitan la exploración, el diálogo y el debate.

Por su parte, López (2010) afirma que “la forma de relacionarse y entender las normas de los juegos es indicativo del modo cómo evoluciona el concepto de norma social en el niño”. A través del juego, los niños desarrollan competencias sociales e individuales, aprendiendo no solo a respetar las reglas del propio juego, sino también a prepararse para la vida en sociedad, donde deberán convivir respetando normas comunes para todos los ciudadanos.

En este sentido, resulta imprescindible subrayar la importancia del juego en la etapa de Educación Primaria, incorporándolo de manera sistemática en la planificación educativa. Según Hernández-Martín et al. (2021), “es una metodología totalmente satisfactoria, ya que mejora las relaciones entre los alumnos, con el profesor y, además, los alumnos se involucran más en la sesión y están más activos”.

1.2. EL DEPORTE EN GENERAL EN LA ETAPA DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Según Salguero (2010), el deporte se entiende hoy en día como un fenómeno cultural global, cuyas manifestaciones han evolucionado y no siempre fueron como las conocemos actualmente. En esta misma línea, Paredes (2003) señala que, en ocasiones, resulta difícil trazar una clara distinción entre juego y deporte, ya que muchos deportes surgieron originalmente como juegos, y lo mismo podría ocurrir en el futuro con algunas actividades lúdicas que hoy consideramos simplemente juegos.

Rivero (2009) destaca que el juego deportivo debe integrarse de manera fundamental en la educación física, dado que persigue objetivos en dos direcciones principales: por un lado, educar y adaptar los impulsos individuales a las normas de convivencia social; y, por otro, promover el uso creativo de las habilidades adquiridas, permitiendo respetar o incluso replantear las reglas comunes que rigen la actividad grupal.

Incorporar los juegos en la planificación de la Educación Primaria ofrece numerosos beneficios, entre ellos, el fortalecimiento de la socialización, ya que fomenta la interacción entre el alumnado, el trabajo en equipo y el desarrollo de habilidades comunicativas. Como subraya González (2011), el deporte constituye una vía ideal para la comunicación, funcionando como un lenguaje “universal” que permite la participación de todos los estudiantes, sin importar sus características individuales, siempre bajo el marco de las reglas del juego. Asimismo, el juego impulsa la creatividad, al incentivar que el alumnado imagine y cree personajes, normas y dinámicas propias.

1.3. CONCEPTO DE DISCAPACIDAD E INFLUENCIA EN EL SISTEMA EDUCATIVO

La discapacidad, tal como la define la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), es un término amplio que engloba las deficiencias, las limitaciones en la actividad y las restricciones en la participación. Según PREDIF (2023), las deficiencias se refieren a problemas que afectan una estructura o función corporal; las limitaciones de la actividad describen las dificultades que una persona puede experimentar al realizar determinadas acciones o tareas; y las restricciones de la participación hacen referencia a las barreras que impiden su plena

implicación en situaciones vitales. De este modo, la discapacidad no puede entenderse únicamente como una condición individual de salud, sino como el resultado de la interacción entre las características personales y el entorno social. El contexto, por tanto, desempeña un papel esencial en la experiencia de la discapacidad.

Cabra de Luna et al. (2009) destacan el papel fundamental de la escuela como segundo ámbito de socialización, después de la familia. Es en el entorno escolar donde los niños configuran su personalidad durante las primeras etapas de su vida, que son determinantes para el desarrollo de sus habilidades y la transformación de éstas en competencias diversas, lo cual condicionará sus expectativas de vida.

En línea con esta perspectiva, la INSTRUCCIÓN 12/2022, de 23 de junio, establece como objetivo específico del área de Educación Física reconocer y fomentar, a través de diversas actividades físicas, habilidades sociales como la acogida, la inclusión, la ayuda mutua y la colaboración. Asimismo, promueve la resolución dialogada y justa de conflictos, tanto individuales como colectivos, y enfatiza la importancia de mantener un compromiso activo contra los estereotipos, la discriminación y cualquier manifestación de violencia.

Finalmente, Cabra de Luna et al. (2009) advierten que las personas con discapacidad continúan enfrentándose a importantes desigualdades en el ámbito educativo, tanto en los niveles que alcanzan como en los resultados obtenidos, lo que deriva en un nivel formativo inferior respecto al resto de la población.

1.4. EL DEPORTE INCLUSIVO EN EL ÁREA DE EDUCACIÓN FÍSICA

Según Zucchi (2001), los beneficios sociales van de la mano con los beneficios psicológicos del deporte adaptado. Reconocer que todas las personas pueden participar en actividades deportivas y recibir este servicio como un aspecto social fundamental es el punto de partida para la inclusión social y, por lo tanto, el primer paso hacia la integración. Son muchos los beneficios que aporta el deporte, por ello, todo ciudadano debe tener el derecho de poder practicarlo.

Como explica Ríos Hernández et al. (2019) no debemos confundir la inclusión en el deporte o juego con, simplemente, incluir al alumnado con discapacidad física con un rol pasivo, porque esta no es la verdadera integración, sino que, debemos hacer una adaptación de este para que su función sea la misma o de igual importancia que la de los demás. Para que realmente se produzca una inclusión del alumnado con discapacidad en la escuela, en este caso en Educación Física, el alumnado debe adoptar roles activos como los demás y que sienta que sus acciones tienen importancia, que su participación en el juego es significativa y no lo apartan o le asignan un rol pasivo.

De acuerdo con el Comité Paralímpico Español (2018), el deporte practicado por personas con discapacidad posee la misma legitimidad que el deporte practicado por personas sin discapacidad. No debe entenderse como una adaptación o una variante del deporte tradicional, sino como una forma genuina de participación deportiva. Las personas con discapacidad deben disfrutar del mismo acceso y de las mismas oportunidades deportivas, contando con los apoyos necesarios según sus necesidades individuales. Como docentes, es nuestra responsabilidad trasladar este principio a las aulas, promoviendo la sensibilización del alumnado para que pueda comprender y empatizar con las experiencias de sus compañeros, fomentando así el respeto mutuo.

En este sentido, corresponde al profesorado impulsar la sensibilización en torno a las adaptaciones realizadas en los juegos o actividades deportivas comunes, asegurando que todo el alumnado participe activamente y desde un rol igualitario. Como advierte Ríos (2009), en ausencia de un trabajo previo de sensibilización que permita al alumnado comprender el impacto de las limitaciones, pueden surgir actitudes segregadoras e irrespetuosas, lo que complica la labor educativa orientada a atender la diversidad en el aula.

Asimismo, Navarro (2017) sostiene que “el niño y la niña con discapacidad está preparado para interactuar con sus compañeros y compañeras sin discapacidad”, y que existe, además, la necesidad de preparar adecuadamente al alumnado sin discapacidad para recibir e integrar a sus compañeros en igualdad de condiciones. Por ello, resulta crucial trabajar la sensibilización hacia la discapacidad desde edades tempranas,

promoviendo la conciencia, la empatía y la adaptación activa a las distintas realidades de sus compañeros

Para poder llevar a cabo una adecuada adaptación a las necesidades educativas especiales los docentes deben estar bien formados para poder afrontar este reto. Como indica Ríos (2005), es importante tener en cuenta que la implementación de estrategias docentes inapropiadas en relación con la inclusión puede llevar a la desmotivación tanto del grupo en general como de los estudiantes con discapacidad en particular, lo que podría fomentar la segregación.

1.4.1. El Deporte Paralímpico

Los deportes paralímpicos son competiciones diseñadas para la participación de personas con discapacidad física, intelectual o visual. Tal como señala el Comité Paralímpico Español (2018), existe un sistema de clasificación que organiza a los deportistas en clases deportivas en función de sus limitaciones, de modo que la competición se base en las capacidades y la excelencia deportiva de cada participante, garantizando así la igualdad de condiciones.

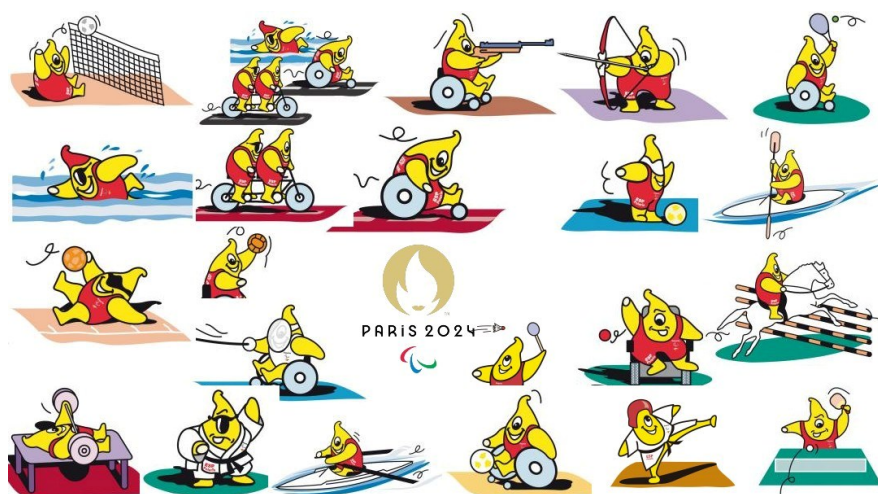
Actualmente, como expone Ruíz (2012), el hecho de que los Juegos Paralímpicos se celebren en las mismas sedes y con la misma infraestructura logística y técnica que los Juegos Olímpicos representa un reconocimiento explícito de igualdad en derechos y logros. La medalla conseguida en unos y otros juegos posee idéntico valor simbólico y representa a la nación de igual forma, otorgando el mismo nivel de importancia a ambas competiciones.

En el plano competitivo, Ruíz (2012) también señala que la mayoría de los deportes incluidos en el programa paralímpico son adaptaciones de disciplinas olímpicas. No obstante, existen excepciones como el **goal-ball**, que abordaremos en nuestra propuesta didáctica, un deporte específicamente creado para personas con discapacidad visual.

Asimismo, el autor subraya que el deporte constituye una fuente de inspiración, especialmente en el contexto paralímpico, donde los atletas deben superar un mayor número de barreras y obstáculos. El esfuerzo de los deportistas paralímpicos es visto con admiración, ya que implica no solo enfrentarse a los desafíos propios del entrenamiento competitivo, sino también superar las limitaciones derivadas de la discapacidad.

Para que exista igualdad de condiciones en la diversidad de deportes, según Zucchi (2001), existe un Sistema de Clasificación según cada deporte y discapacidad, la clasificación de las personas con discapacidad en el deporte es únicamente de carácter general. En el deporte adaptado para personas con discapacidad motora, un mismo deportista puede cambiar de categoría dependiendo del deporte o prueba que esté llevando a cabo.

FIGURA 1. Deportes Paralímpicos en los últimos JJOO



Fuente: www.paralympic.org/paris-2024

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal de este proyecto es sensibilizar al alumnado, poniendo un énfasis especial en la comprensión de la discapacidad física y visual, constituyendo este propósito el eje central a partir del cual se articulan el resto de los objetivos planteados.

2.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Promover la inclusión de personas con discapacidad física y visual en los centros educativos.

- Explorar y aprender acerca de los deportes paralímpicos: sus normas, reglamentos, dimensiones de juego, historia y equipamiento específico.
- Comprender las características de la discapacidad visual y física.
- Acercar al alumnado al conocimiento y práctica de los deportes paralímpicos.
- Implicar al alumnado en la planificación y organización de un torneo paralímpico.
- Fomentar una actitud positiva hacia la inclusión en el ámbito deportivo.
- Potenciar el respeto hacia la diversidad individual.
- Reforzar la importancia de cumplir con las normas y reglamentos deportivos.

3. METODOLOGÍA

De acuerdo con el Real Decreto 157/2020, de 2 de marzo de 2022, las metodologías activas son las más adecuadas para el currículo, ya que favorecen la construcción del conocimiento y dinamizan la actividad del aula a través del intercambio de ideas.

En esta propuesta se adoptará una metodología activa en la que el alumnado será el protagonista de su propio aprendizaje, con el docente actuando como guía. Además, se fomentará la autoevaluación, lo que permitirá que los estudiantes participen activamente en el proceso de evaluación. Para ello, se implementarán los estilos de enseñanza de descubrimiento guiado y mando directo.

Según Delgado (1994), los Estilos de Enseñanza abarcan aspectos como: técnicas de enseñanza, estrategias de práctica docente, recursos didácticos, la personalidad del docente, el clima de aprendizaje y la organización/control del aula. En este caso, se empleará un estilo de enseñanza tradicional, con asignación de tareas y modificación del mando directo, centrado específicamente en el orden y la ejecución de las tareas.

Mosston y Ashworth (1993) defienden que el estilo de mando directo es un enfoque de liderazgo en el que el educador organiza, propone y evalúa todos los aspectos de la actividad física, mientras que los estudiantes ejecutan las acciones físicas según las indicaciones del educador.

En cuanto a las técnicas de enseñanza, se utilizará la gamificación como medio para el aprendizaje, es decir, basada en el juego.

Respecto a la estrategia de práctica, se optará por la estrategia global, ya que, según Robles (2006), esta permite un aprendizaje más significativo en los estudiantes en comparación con la práctica analítica, pues los niños comprenden mejor el significado y la función de las actividades que realizan. De esta manera, el alumnado conocerá el "por qué" y el "cómo" de los conceptos que aprende durante el desarrollo de la propuesta.

Esta propuesta se llevará a cabo en el 3º Ciclo de Educación Primaria, constando de 4 sesiones teóricas en el aula y 4 sesiones prácticas en el pabellón del centro educativo. Como actividad final, se organizará un Torneo que no solo garantizará la participación de todo el alumnado, sino que también consolidará los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante el proyecto.

4. RESULTADOS

A lo largo de las sesiones, el alumnado tiene la oportunidad de descubrir los deportes paralímpicos y sensibilizarse sobre la discapacidad física y visual. La integración de los deportes paralímpicos en el entorno escolar tiene un impacto positivo tanto en la autoestima como en el bienestar de los estudiantes, independientemente de si tienen o no discapacidad. Al participar activamente en actividades deportivas inclusivas, los estudiantes pueden experimentar un profundo sentido de pertenencia, logro y reconocimiento.

La inclusión de estos deportes en el currículo escolar permite abordar contenidos transversales relacionados con la diversidad, la igualdad, la superación de barreras y el trabajo en equipo. Así, los estudiantes tienen la posibilidad de aprender valores esenciales como el respeto, la empatía y la solidaridad, y al mismo tiempo, desarrollan habilidades socioemocionales como la tolerancia, la inclusión y la aceptación de las diferencias.

A continuación, se muestra el marco legislativo en dónde se fundamenta la propuesta. Además de los saberes básicos y competencias específicas involucrados del área de Educación Física y las competencias claves que se van a cumplir durante las sesiones.

TABLA 1. Marco Legislativo y elementos curriculares involucrados.

Curriculo Legislativo. - Autonómico		
Decreto 101/2023 del 9 de mayo, por el que se modifica el Decreto 97/2015, de 3 de marzo, por el que se establece la Ordenación y el Currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía		
Orden de 30 de mayo de 2023, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.		
Saberes básicos involucrados	Competencias específicas	Competencias claves
A. Vida activa y saludable. B. Organización y gestión de la actividad física. C. Resolución de problemas en situaciones motrices. D. Autorregulación emocional e interacción social en situaciones motrices. E. Manifestaciones de la cultura motriz.	2. Adaptar los elementos propios del esquema corporal, las capacidades físicas, perceptivo-motrices y coordinativas. 3. Desarrollar procesos de autorregulación e interacción en el marco de la práctica motriz.	-Competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA) -Competencia ciudadana (CC) -Competencia digital (CD)

Fuente: elaboración propia

Cuatro sesiones teóricas y 4 sesiones prácticas de diferentes deportes Paralímpicos serán los creados para fundamentar la propuesta, más un producto final con un torneo entre todo el alumnado de la clase. En primer lugar, se muestran las sesiones teóricas que se realizarán en el aula y en segundo, las sesiones prácticas en el pabellón o patio.

GOALBALL



CONTENIDOS

- 01. ¿QUÉ ES EL GOALBALL?
- 02. HISTORIA
- 03. REGLAS
- 04. CAMPO DE JUEGO
- 05. EQUIPAMIENTO

¿Qué es el GOALBALL?

- El Goalball es un deporte paralímpico que se juega en equipos, en el que todos los jugadores son discapacitados visuales.
- Se originó como deporte de origen estadounidense durante la Segunda Guerra Mundial. Actualmente, para los Torneos con discapacidad visual.

REGLAS

- El juego se realiza en un campo de 10 metros de longitud y 4 metros de anchura.
- El objetivo es, mediante el lanzamiento con la mano del balón, introducirlo en la portería del equipo rival.
- El juego se divide en dos mitades de 10 minutos cada una.
- El juego se divide en dos mitades de 10 minutos cada una.
- El juego se divide en dos mitades de 10 minutos cada una.

¿Qué es el GOALBALL?



EQUIPAMIENTO

- GOALBALL**: Balón de Goalball.
- GOAL**: Portería de Goalball.
- GOALKEEPER**: Portero de Goalball.
- GOALKEEPER**: Portero de Goalball.

VOLEYBALL ADAPTADO

VOLEYBALL SENTADO

ÍNDICE

- 01 HISTORIA
- 02 REGLAMENTO
- 03 CAMPO DE JUEGO
- 04 EQUIPAMIENTO

01 HISTORIA

- 01 Se creó en los años 80.
- 02 Se creó para que personas con discapacidad física pudieran jugar.
- 03 El deporte se extendió a otros países.
- 04 Actualmente se practica en más de 30 países.

02 REGLAMENTO

- 01 8 participantes de cada equipo en cada lado de la red.
- 02 Cada equipo dispone de 3 segundos máximos antes de que pase el balón sobre la red.
- 03 Gana el mejor o 3 sets.
- 04 En los cuatro primeros sets el equipo que obtiene los 25 puntos, siempre y cuando haya dos de ellos, gana el set. Si en el quinto set se gana a 15 puntos que lleguen a 10.

03 CAMPO DE JUEGO

- Pista de 10 x 6 m.
- Dividida los dos campos por una red de 1,15 m de altura.

4 EQUIPAMIENTO

- Balón**: Características de peso.
- Red**: Altura de 1,15 m hombres y 1,05 m mujeres.
- Equipamiento**: Vestimenta ligera para todo el cuerpo para disminuir el peso corporal.
- Protecciones**: Para proteger partes del cuerpo al caer.

BALONCESTO

BALONCESTO en silla de ruedas

ÍNDICE

- 1 HISTORIA
- 2 REGLAMENTO
- 3 CAMPO DE JUEGO
- 4 EQUIPAMIENTO

HISTORIA

- 01 Comenzó a desarrollarse para personas con discapacidad física en los años 80.
- 02 Se popularizó rápidamente por todo el mundo.
- 03 En la actualidad, se practica en más de 80 países.
- 04 Hay tipo femenino y masculino (FIBA).

REGLAMENTO

- Participantes**: 5 jugadores por equipo.
- Partes**: 4 jugadores en el campo y 1 jugador en la banca.
- Canasta**: 3 puntos si se tira desde la línea de 3 metros, 2 puntos si se tira desde la línea de 2 metros.
- Horario**: 40 minutos de juego, 10 minutos de descanso.

CAMPO DE JUEGO

- Dimensiones**: 28 x 15 m.
- Áreas**: 3 m, 6 m, 3 m.
- Equipamiento**: Balón de 750 g.

EQUIPAMIENTO

- Equipamiento**: Balón de 750 g.
- Silla de ruedas**: Debe ser estable y tener un eje de pivote en la parte delantera.
- Partes**: 4 jugadores en el campo y 1 jugador en la banca.

ATLETISMO

ATLETISMO PARALÍMPICO

SALTO DE LONGITUD Y 100m

ÍNDICE

- 01 HISTORIA Y MODALIDADES NIVEL
- 02 REGLAS
- 03 CAMPO O PISTA
- 04 EQUIPAMIENTO

HISTORIA

El atletismo, que forma parte del programa paralímpico desde los primeros Juegos de Roma 1960, ha generado algunos de los atletas más reconocidos del deporte para personas con discapacidad, como Felipe Ballesteros de la silla de Lennie Savage o Yane Grey-Thompson.

MODALIDADES

- Carrera 100m
- Carrera 1.000m
- Lanzamiento
- Salto de altura
- Maratón

NIVELES

- Clase T11: atletas ciegos o con discapacidad visual severa o ciegos.
- Clase T12: atletas con discapacidad intelectual.
- Clase T13: atletas con discapacidad física o parálisis cerebral.
- Clase T14: atletas con discapacidad física o parálisis cerebral.
- Clase T15: atletas con discapacidad física o parálisis cerebral.
- Clase T16: atletas con discapacidad física o parálisis cerebral.
- Clase T17: atletas con discapacidad física o parálisis cerebral.
- Clase T18: atletas con discapacidad física o parálisis cerebral.
- Clase T19: atletas con discapacidad física o parálisis cerebral.
- Clase T20: atletas con discapacidad física o parálisis cerebral.

PISTA ATLETISMO

PISTA SALTO DE LONGITUD

9 de 11

EQUIPAMIENTO

- 100m
- SALTO DE LONGITUD
- Zapatos con clavos para el agarre a la pista
- Antifaz
- Equipación con número de participante

VÍDEO

Fuente: Comité Paralímpico Español

Sesión práctica 1 - GOALBALL				
Nivel	Ciclo: 3º ciclo		Curso: 5º de Primaria	
Fecha	5 de junio			
Organización	Nº alumnos 25	ACNEAE 1 alumno con retraso madurativo	Duración: 60 min	Espacio: patio
Saberes Básicos	Bloque C, Resolución de problemas en situaciones motrices - EF.03.C.1. Toma de decisiones. Bloque D, Autorregulación emocional e interacción social en situaciones motrices - EF.03.D.5. Concepto de fair play o juego limpio. Bloque E, Manifestación de la cultura motriz - EF.03.E.3. Deportes olímpicos y paralímpicos.			
Objetivos de la sesión	- Mejorar la capacidad sensorial - Sensibilizar al alumnado con la discapacidad visual - Familiarizar al alumnado con el deporte goalball - Aplicar las normas y reglas del deporte			
Materiales	Pelota de goalball, bancos, porterías, antifaz, conos, cinta adhesiva, bancos suecos. (7)			

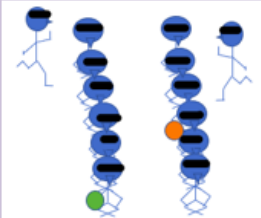
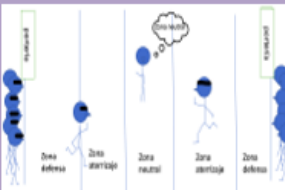
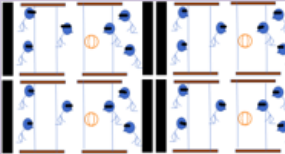
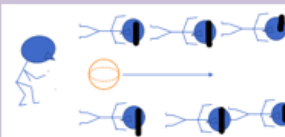
Información Inicial

Se reunirá a todo el grupo en el centro del patio y se hará una breve explicación de la sesión. Se indican las partes que conforman la sesión: calentamiento, para aumentar el ritmo cardíaco ; parte principal; donde se desarrollan los juegos y vuelta a la calma, donde el alumno bajará pulsaciones. Se indicará que todos los alumnos en todos los juegos de la sesión deberán tener colocados los antifaces.

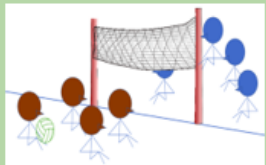
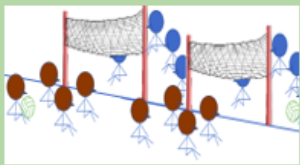
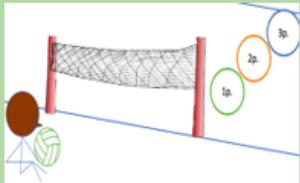
Calentamiento			
Nº	Descripción	Representación Gráfica	min
1	Cuidado con los huecos: Los alumnos se colocan en círculo y tendrán que pasarse la pelota entre ellos con las manos sin que el compañero que está en medio la robe. V1: Si se va la pelota fuera del círculo, el que la eche fuera se la queda dentro. V2: Se la quedan dentro 2 alumnos Organización: Por equipos		6'

Parte Principal

Nº	Descripción	Representación Gráfica	min

	El gusano: Se divide el grupo en dos equipos, estos se colocarán sentados uno detrás de otro, formando dos filas. El primero de cada fila tendrá una pelota de goalball que a la voz de YA tendrá que pasar al compañero que tiene atrás sin girarse y seguidamente ir corriendo para colocarse al final de su fila, orientándose con el tacto de los compañeros para saber dónde colocarse. El primer grupo que llegó al cono gana. V1: hacer ida y vuelta Organización: Por equipos		8'
	Pañuelito por zonas: Se usan los dos equipos de la actividad anterior. Los dos equipos se colocan en las líneas del medio campo orientados hacia el docente que se encuentra en medio. Se le asignará un número por cada miembro del equipo que haya. El docente dirá el número de jugador y una de las zonas propias del goalball, los dos alumnos deberán correr hacia la zona y sentarse en 10 segundos. Después el profesor pedirá que se levanten los antifaces para que comprueben si han estimado bien la zona. Por cada zona correcta un punto para el equipo. Organización: Por equipos		10'
	Partido de goalball: Se divide el grupo en equipos de 3 alumnos, estos competirán entre ellos en 4 campos de goalball. Se jugarán partidos de 10 minutos, el equipo que haya metido más goles se enfrenta contra el perdedor del campo de su derecha. Así todos se enfrentan entre todos. Organización: Por equipos		25'
Vuelta a la calma			
Nº	Descripción Jugamos con los sentidos: Todo el grupo se coloca en fila india en la línea central del campo y en cada línea lateral se coloca un alumno. Estos dos de los laterales tendrán que intentar darle con la pelota a uno de los jugadores de la línea central. Si le da a algún jugador se cambia con el de posición. V1: jugar con varias pelotas a la vez Organización: Individual	Representación Gráfica 	min 5'
Feed-back final 5'			
Colocamos a los alumnos sentados en círculo y el docente irá formulando preguntas sobre la sesión para saber opiniones sobre el desarrollo de esta, a quién pase la pelota deberá responder, después la pasará a otro compañero y así sucesivamente: ¿Pensáis que el deporte es fácil de practicar? - Aspectos negativos y positivos de la sesión			

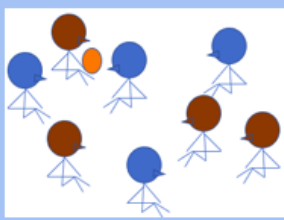
Sesión práctica 2 - VOLLEYBALL adaptado				
Nivel	Ciclo: 3º ciclo		Curso: 5º de Primaria	
Fecha	8 de junio			
Organización	N.º alumnos 25	ACNEAE 1 alumno con retraso madurativo	Duración: 60 min	Espacio: patio
Saberes Básicos	Bloque C, Resolución de problemas en situaciones motrices - EF.03.C.1. Toma de decisiones. Bloque D, Autorregulación emocional e interacción social en situaciones motrices - EF.03.D.5. Concepto de fair play o juego limpio. Bloque E, Manifestación de la cultura motriz - EF.03.E.3. Deportes olímpicos y paralímpicos.			
Objetivos de la sesión	- Mejorar la capacidad sensorial - Sensibilizar al alumnado con la discapacidad física - Familiarizar al alumnado con el deporte volleyball sentado - Aplicar las normas y reglas del deporte.			
Materiales	Pelota de volleyball, red, conos, aros, petos y globos (6)			
Información Inicial				
Se reunirá a todo el grupo en el centro del patio y se hará una breve explicación de la sesión. Se indican las partes que conforman la sesión: calentamiento, para aumentar el ritmo cardíaco ; parte principal; donde se desarrollan los juegos y vuelta a la calma, donde el alumno bajará pulsaciones. Se indicará que todos los alumnos en todos los juegos de la sesión deberán tener colocados los antifaces.				
Calentamiento				
N	Descripción	Representación Gráfica	min	
1	El cuadrado: Dividimos el grupo en dos. 4 alumnos de cada grupo se colocan dentro de cada cuadro marcado con cinta adhesiva en el suelo, los demás esperan en fila fuera. Estos tendrán que pasarse la pelota sin que caiga, si se cae, el alumno que haya fallado sale del cuadro y se incluye el primero de la fila. V1: hacer ida y vuelta Organización: Individual		10'	
Parte Principal				
N	Descripción	Representación Gráfica	min	

2	1vs1 con globos: Dividimos el grupo en dos equipos. Un miembro de cada equipo se colocará dentro del campo de juego, uno a cada lado de la red. Estos tendrán que pasar el globo dándole con cualquier parte del cuerpo e intentar que toque el suelo del campo contrario. Si toca, se cambia el jugador que ha perdido por otro. V1: Dos o más jugadores por campo. V2: Meter dos globos Organización: Por equipos		10'
3	Damos 10 pases sobre la red: Dividimos la clase en dos grupos, cada uno se colocará a cada lado de la red. Tendrán que conseguir pasar la pelota de un lado al otro de la red sin que se caiga 10 veces, golpeando la pelota con cualquier parte del cuerpo. Siempre sentados V1: Pasarla 3 veces antes de pasarla al otro lado de la red V2: Aumentar como objetivo 15. Organización: Grupo		10'
4	Partido de volleyball: Se divide el grupo en 4 equipos, se jugarán partidos de 10 minutos. Y después la final con los dos equipos ganadores. Organización: Por equipos		25'
Vuelta a la calma			
N	Descripción	Representación Gráfica	min
5	Practicamos la puntería: Dividimos la clase en 4 equipos. Uno a uno tendrá que lanzar la pelota para que pase la red y entre en uno de los 3 aros que hay en el suelo. El primer aro son 1 punto, el segundo 2 puntos y el tercero 3 puntos. El equipo que consiga más puntos gana. V1: Cambiar los aros de lugar. Organización: Individual		5'
Feed-back final 5'			
Colocamos a los alumnos sentados en círculo y el docente irá formulando preguntas sobre la sesión para saber opiniones sobre el desarrollo de esta, a quién pase la pelota deberá responder, después la pasará a otro compañero y así sucesivamente: ¿Pensáis que el deporte es fácil de practicar? - Aspectos negativos y positivos de la sesión ¿Repetirías la sesión? ¿Qué actividad te ha gustado más? ¿Y la que menos?			

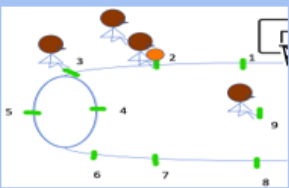
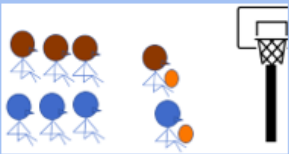
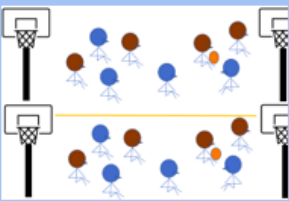
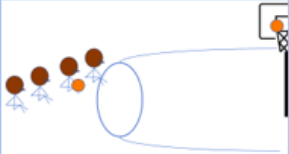
Sesión práctica 3 - BALONCESTO adaptado				
Nivel	Ciclo: 3º ciclo		Curso: 5º de Primaria	
Fecha	14 de junio			
Organización	N.º alumnos 25	ACNEAE 1 alumno con retraso madurativo	Duración: 60 minutos	Espacio: patio
Saberes Básicos	Bloque C, Resolución de problemas en situaciones motrices - EF.03.C.1. Toma de decisiones. Bloque D, Autorregulación emocional e interacción social en situaciones motrices - EF.03.D.5. Concepto de fair play o juego limpio. Bloque E, Manifestación de la cultura motriz - EF.03.E.3. Deportes olímpicos y paralímpicos.			
Objetivos de la sesión	- Mejorar la capacidad sensorial - Sensibilizar al alumnado con la discapacidad física - Familiarizar al alumnado con el deporte de baloncesto adaptado - Aplicar las normas y reglas del deporte.			
Materiales	Pelota de baloncesto, canastas, conos, petos, cinta adhesiva (5)			

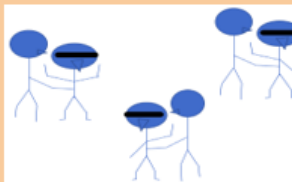
Información Inicial

Se reunirá a todo el grupo en el centro del patio y se hará una breve explicación de la sesión, además, se recordará las reglas principales del deporte. Se indican las partes que conforman la sesión: calentamiento, para aumentar el ritmo cardíaco ; parte principal; donde se desarrollan los juegos y vuelta a la calma, donde el alumno bajará pulsaciones. Se indicará que todos los alumnos en todos los juegos de la sesión deberán estar sentados en el suelo.

Calentamiento			
N	Descripción	Representación Gráfica	min
1	Damos 10 pases: Dividimos el grupo en dos equipos. Sentados todos en el suelo tendrán que pasarse la pelota entre miembros del equipo 10 veces sin que el otro equipo la robe. Si el otro equipo la roba empieza a pasarla hasta llegar a 10. V1: Pasarla sin que bote V2: Aumentar número de botes Organización: Por equipos		10'

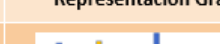
Parte Principal

N	Descripción	Representación Gráfica	min
2	El reloj: Con cinta adhesiva puesta en el suelo se marcarán los diferentes tiros que tienen que realizar cada uno de los participantes. Tienen un turno por jugador y cada vez que enceste tiene que avanzar a la siguiente cinta. El primero que complete todos los niveles gana. Organización: Individual		10'
3	Encestamos: Los alumnos se colocan en fila por equipos en la línea de área de la canasta. Saldrá un alumno de cada equipo para intentar encestar en 3 intentos, el primero que enceste consigue 2 puntos para su equipo y tendrá que pasarle el balón al siguiente. V1: solo 1 oportunidad Organización: Por equipos		15'
4	Partido baloncesto: Dividimos el grupo en 4 equipos y competirán entre ellos en dos campos de baloncesto que separaremos con una cinta adhesiva de color, se jugarán 2 partidos de 15 minutos simultáneamente. El equipo que tenga mayor puntuación cuando acabe el partido gana. Organización: Por equipos		15'
Vuelta a la calma			
N	Descripción	Representación Gráfica	min
5	Tiros a K.O.: Todos los alumnos se ponen en fila en el límite del área de la canasta y tendrá que realizar un tiro desde ahí, si la falla pasa el balón al siguiente jugador y este tendrá que hacer lo mismo si encesta, el jugador que va delante queda eliminado. Organización: Individual		10'
Feed-back final 5'			
Colocamos a los alumnos sentados en círculo y el docente irá formulando preguntas sobre la sesión para saber opiniones sobre el desarrollo de esta, a quién pase la pelota deberá responder, después la pasará a otro compañero y así sucesivamente: ¿Pensáis que el deporte es fácil de practicar? - Aspectos negativos de la sesión y positivos ¿Repetirías la sesión? ¿Qué actividad te ha gustado más? ¿Y la que menos?			

Sesión 4 - ATLETISMO adaptado				
Nivel	Ciclo: 3º ciclo		Curso: 5º de Primaria	
Fecha	19 de junio			
Organización	Nº alumnos 25	ACNEAE 1 alumno con retraso madurativo	Duración: 60 minutos	Espacio: patio
Saberes Básicos	Bloque C, Resolución de problemas en situaciones motrices - EF.03.C.1. Toma de decisiones. Bloque D, Autorregulación emocional e interacción social en situaciones motrices - EF.03.D.5. Concepto de fair play o juego limpio. Bloque E, Manifestación de la cultura motriz - EF.03.E.3. Deportes olímpicos y paralímpicos.			
Objetivos de la sesión	- Mejorar la capacidad sensorial - Sensibilizar al alumnado con la discapacidad visual - Familiarizar al alumnado con el deporte de atletismo - Mejorar la confianza con los compañeros			
Materiales	Antifaz, vallas, aros, banco sueco, conos (5)			
Información Inicial				
Se reunirá a todo el grupo en el centro del patio y se hará una breve explicación de la sesión. Se indican las partes que conforman la sesión: calentamiento, para aumentar el ritmo cardíaco; parte principal; donde se desarrollan los juegos y vuelta a la calma, donde el alumno bajará pulsaciones. Se indicará que todos los alumnos en todos los juegos de la sesión deberán tener colocados los antifaces en todo momento.				
Calentamiento				
N	Descripción	Representación Gráfica		min
1	Pillapilla: Por parejas, un alumno con antifaz y el otro no. El que se la queda tendrá que pillar a otra pareja en la zona delimitada con ayuda del guía. V1: Se la quedan dos parejas Organización: Por parejas			10'

Parte Principal

N	Descripción	Representación Gráfica	min
2	Carrera de obstáculos: Por parejas, uno con antifaz y otro no, tendrán que pasar un recorrido con obstáculos. El docente irá cronometrando a ver qué pareja dura menos en completar el recorrido. V1: Se van cambiando el antifaz Organización: Por parejas V2: Hacerlo al revés, la meta es el final y el final es la meta.		15'
3	Salto de altura: Uno de la pareja será el guía y el otro el que salta, el guía colocará al alumno en la línea de salida y le avisará cuando llegue a la línea de salto. Saltarán los dos de la pareja, se cambiarán los roles. El alumno que llegue más lejos gana. V1: Hacer varias rondas. Organización: Por parejas		15'
4	Carrera 100 metros: Por parejas, se colocan en la línea de salida y a la voz de "ya" correrán de la mano de su guía hasta llegar a la meta. El alumno que llegue antes gana. Organización: Por parejas		15'

N	Descripción	Representación Gráfica	min
5	Reconoce a tu compañero: Todos los alumnos con antifaces deberán encontrar a su pareja del juego anterior entre todos los alumnos sin hablar, moviéndose por el espacio. V1: Si se equivocan de compañero se eliminan Organización: Por parejas		10'

Colocamos a los alumnos sentados en círculo y el docente irá formulando preguntas sobre la sesión para saber opiniones sobre el desarrollo de esta, a quién pase la pelota deberá responder, después la pasará a otro compañero y así sucesivamente:

- ¿Pensáis que el deporte es fácil de practicar?
- Aspectos negativos y positivos de la sesión
- ¿Qué actividad te ha gustado más? ¿Y la que menos?
- Sensaciones al ponerse en el lugar de una persona con discapacidad visual.
- ¿Cómo te has sentido al sentir que no puedes ver durante toda la sesión?

Sesión práctica 5 - TORNEO PARALÍMPICO

Nivel	Ciclo: 3º ciclo		Curso: 5º de Primaria A y B	
Fecha	22 de junio			
Organización	Nº alumnos 49	ACNEAE 1 alumno con retraso madurativo	Duración: 60 minutos	Espacio: patio
Saberes Básicos	Bloque C, Resolución de problemas en situaciones motrices ● EF.03.C.1. Toma de decisiones. Bloque D, Autorregulación emocional e interacción social en situaciones motrices ● EF.03.D.5. Concepto de fair play o juego limpio. Bloque E, Manifestación de la cultura motriz ● EF.03.E.3. Deportes olímpicos y paralímpicos.			
Objetivos de la sesión	● Mejorar la capacidad sensorial ● Sensibilizar al alumnado con la discapacidad física ● Familiarizar al alumnado con el deporte de baloncesto adaptado ● Aplicar las normas y reglas de cada deporte			
Materiales	Canastas, conos, porterías, petos, cinta adhesiva, bancos suecos, antifaces, pelota de baloncesto, pelota de goalball, pelota de volleyball, cinta adhesiva de color, red de volleyball (12)			

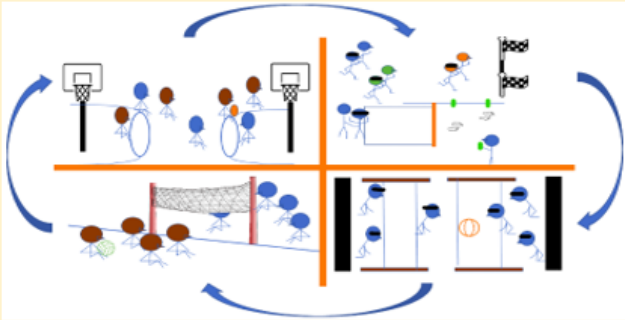
Información Inicial

Se reunirá a todo el grupo en el centro del patio y se hará una breve explicación del torneo explicando las fases y la duración de cada partido. Los equipos se harán por orden de lista. Todos los equipos participan en todos los deportes. partidos de 10 minutos habiendo un descanso de 3 minutos entre los cambios a cada posta. El docente creará 7 equipos de 6 personas cada uno y uno de 7. Los equipos se clasificarán según las victorias que consigan en los diferentes deportes. Cada partido ganado punta 1, el equipo que consiga más puntos es el ganador. Habrá primero, segundo y tercer puesto, al finalizar la sesión se hará una entrega de premios.

Calentamiento

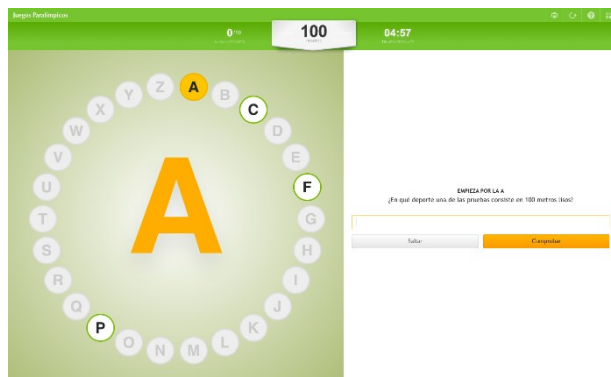
N	Descripción	Representación Gráfica	min
1	El ratón y el gato: Todo el alumnado se coloca sentado en círculo con los ojos cerrados. El alumno que se la queda coge la pelota y la deja en la espalda de alguno de los compañeros y al que se la ponga tendrá que salir corriendo alrededor del círculo y pillarlo antes de que se siente en su lugar. Si el jugador se sienta antes de que lo pille se salva. V1: Se puede correr en las dos direcciones Organización: Individual		5'

Parte Principal

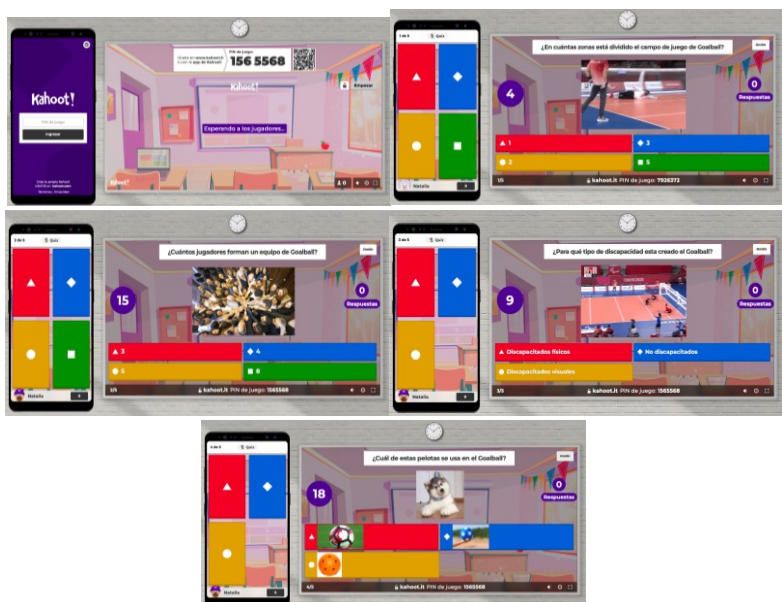
N	Descripción	min
2	Torneo paralímpico: Se dividirá cada grupo en cada posta donde tendrán que competir un deporte: - 1ª posta: Goalball - 2ª posta: Volleyball adaptado - 3ª posta: Baloncesto adaptado - 4ª posta: Atletismo adaptado	49'
Representación gráfica		
		
Entrega de premios 6'		
Colocamos a los alumnos sentados en círculo y el docente irá nombrando los equipos por puntuación. Se entregará premio a los primeros tres clasificados. A todos los alumnos independientemente de si están clasificados o no se le hará entrega de una medalla.		

Para completar la formación del alumnado, en cada clase teórica usaremos unos recursos didácticos que se han creado previamente para ayuden a afianzar los conocimientos mediante juegos interactivos, de esta manera será más divertido recordar los conceptos previamente explicados.

Pasapalabra:



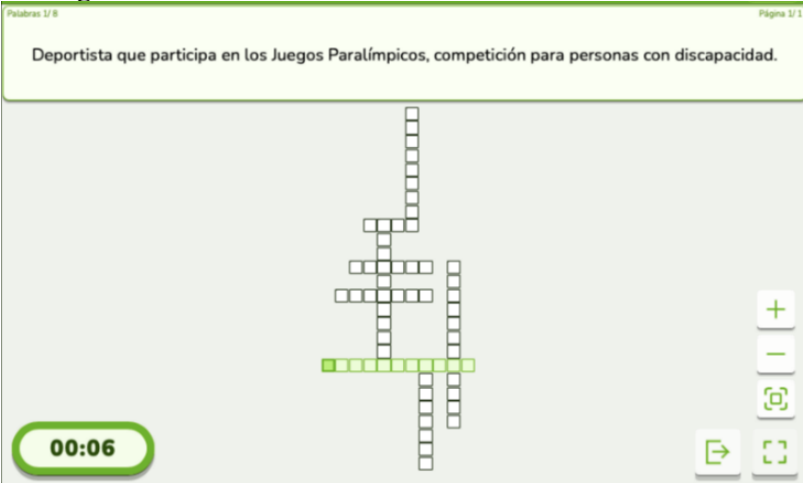
Kahoot!:



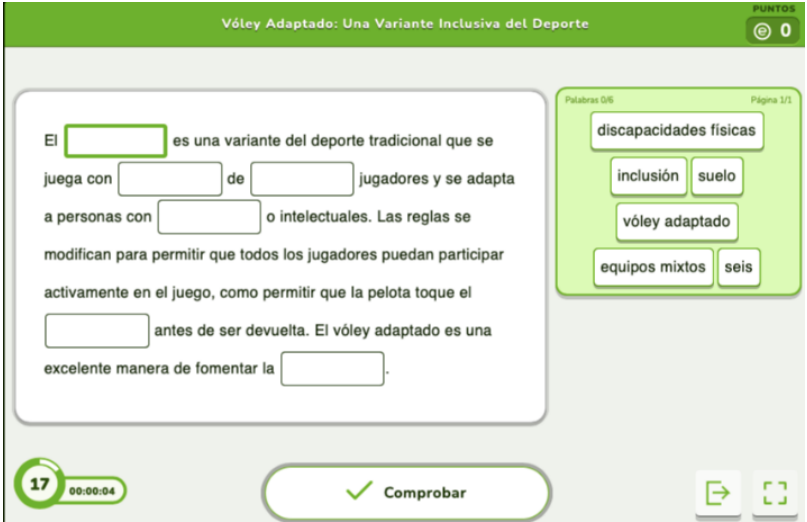
Froggy Jumps:



Crucigrama:



Completar el texto:



Tras finalizar la propuesta educativa y con la intención de conocer las sensaciones del alumnado y si ha sido satisfactoria el desarrollo de esta, pasaremos a la evaluación de la práctica docente por parte de los alumnos, creando una rúbrica evaluativa en donde tendrán que colorear la carita del color que crean correspondiente teniendo en cuenta los ítems que se preguntan.

TABLA 2. Rúbrica evaluación actuación docente

ítem/valor	ROJO (poco)	NARANJA (regular)	VERDE (mucho)
¿Te han gustado las actividades que se han realizado?			
¿Has disfrutado en las clases?			
¿Has disfrutado aprendiendo los contenidos de los deportes paralímpicos?			
¿Tienes interés por continuar aprendiendo sobre otros deportes paralímpicos?			
¿Te has sentido cómodo durante la realización de las actividades?			
Coloca en cada hueco el deporte paralímpico que te haya gustado: poco (rojo), normal (amarillo) mucho (verde)			
Coloca en cada hueco una actividad. Rojo: que no te haya gustado. Naranja: te ha gustado una parte de la actividad. Verde: te haya encantado.			

Fuente: elaboración propia

Y, por último, una rúbrica para la evaluación del alumnado considerando aspectos importantes como el fair play, compañerismo, cuidado del material, entre otros.

TABLA 3. Rúbrica evaluación alumnado

Criterio/ valoración	Mal 0-4	Suficiente 5	Bien 6-8	Excelente 9-10
Resuelve los conflictos con diálogo				
Participación en los diferentes juegos				
Actitud colaborativa con los compañeros				
Responsabilidad y cuidado del material				
Respeto hacia las reglas establecidas (fairplay/juego limpio)				
Anima, apoya y felicita al resto de compañeros				
Muestra interés en las explicaciones del docente				
En la media de las actividades online realizados en clase ha obtenido más de un % de aciertos				

Fuente: elaboración propia

5. DISCUSIÓN

Es relevante subrayar el impacto positivo del juego como herramienta de aprendizaje, ya que ofrece una alternativa a los métodos tradicionales, permitiendo a los estudiantes sentirse motivados al realizar una actividad que disfrutan, como es el caso de jugar.

Es esencial recalcar que, durante todo el proceso, se fomentará la sensibilización del alumnado respecto a las discapacidades abordadas, específicamente la discapacidad visual y física. Este enfoque facilitará el respeto mutuo, evitando el rechazo y las situaciones de discriminación. Para lograr esto, se trabajará cada tipo de discapacidad para que los estudiantes comprendan de manera profunda lo que representa para una persona vivir con estas condiciones.

El juego, en este contexto, se convierte en una herramienta clave para la inclusión, ya que es una actividad motivadora y creativa que proporciona oportunidades de participación igualitaria. Además, estimula el aprendizaje de contenidos y valores de manera lúdica, promoviendo la integración y la socialización de los estudiantes. De este modo, se logran resultados positivos tanto a nivel cognitivo como socioemocional.

Según Parlebas (2001), "se puede decir que los juegos deportivos y las emociones tienen una relación muy estrecha en educación física", lo que resalta la importancia de la educación física como asignatura que favorece la inclusión. Esta disciplina proporciona un entorno adecuado para la integración de todos los estudiantes, contribuyendo a cumplir con los aspectos establecidos por la legislación, y enriqueciendo así la educación de todo el alumnado.

En línea con lo señalado por Ríos (2009), quien afirma que la falta de sensibilización previa sobre las limitaciones de los demás puede dar lugar a actitudes irrespetuosas y segregadoras, como docentes nos encargaremos de sensibilizar al alumnado para que acepte las adaptaciones que realicemos en los juegos o deportes comunes, asegurando que todos los estudiantes participen de manera activa y respetuosa.

6. CONCLUSIONES

La conclusión de este proyecto es clave para el proceso educativo y para la formación en valores del alumnado. Por tanto, es crucial integrar los conceptos de inclusión e igualdad dentro del aula.

Implementar la inclusión en el área de educación física puede resultar complicado debido a las barreras estructurales que, en muchos casos,

presentan las instalaciones escolares, que no están adecuadamente adaptadas para alumnos con diversas características. Estas limitaciones pueden dificultar el acceso y el desarrollo pleno de los estudiantes. Frente a estas barreras, el docente debe asegurarse de que cada alumno participe activamente en las sesiones, promoviendo un aprendizaje significativo donde todos se sientan incluidos y valorados, independientemente de sus características.

Además, es fundamental considerar el juego como un elemento central en esta propuesta, dado que constituye una herramienta innovadora y motivadora para el aprendizaje y la sensibilización sobre los valores presentes en los deportes paralímpicos. A través de esta propuesta, el alumnado tiene la oportunidad de experimentar de forma motivadora los logros y los retos de los deportistas paralímpicos, comprendiendo su sacrificio y satisfacción. Al ofrecerles estas experiencias, en las que se sienten parte del mundo paralímpico, el juego se convierte en un vehículo eficaz para fomentar la empatía, el respeto y, en particular, el respeto hacia las personas con discapacidad. De este modo, se contribuye a la construcción de una sociedad más inclusiva y equitativa para todos.

7. REFERENCIAS

- Cabra de Luna, M. A., Vera, I., Bonino, C. & Casanova, M. A. (2009). Educación y personas con discapacidad: presente y futuro. Fundación ONCE.
- Comité Paralímpico Español (2018).
- González, G. (2011). La evaluación en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias sociales. En Miralles, P., Molina, P. & Santisteban, A (eds.).
- Hernández-Martín, P., Hernández-Induráin, I. & Moral-García, J.E. (2021). El juego como propuesta didáctica en educación física con alumnos de primaria. Papeles Salmantinos de Educación. 2021, n.º 25. Páginas 141-161.
- Instrucción 12/2022, de 23 de junio, de la dirección general de ordenación y evaluación educativa, por la que se establecen aspectos de organización y funcionamiento para los centros que impartan educación primaria para el curso 2022/2023.
- López, I. (2010). El juego en la educación infantil y primaria. Autodidacta (19), 20-29.
- Meneses, M., & Monge, M. (2011). El juego en los niños: un enfoque teórico. Revista Educación, 25(2), 113-124.

- Navarro, M. E. (2017). La inclusión en las clases de educación física con juegos sensibilizadores. Universidad Católica de Salta.
- Organización Mundial de la Salud. (13 de octubre de 2022). Ceguera y discapacidad visual.
- Paredes, J. (2003). La teoría del deporte. Wanceulen.
- Plataforma Representativa Estatal de Personas con Discapacidad Física, [PREDIF]. (2023).
- Ríos, M. (2005). La Educación Física como componente socializador en la inclusión del alumnado con discapacidad motriz. Estudio de casos en la etapa de Educación Primaria. Tesis doctoral.
- Ríos, M. (2009). La inclusión en el área de Educación Física en España: Análisis de las barreras para la participación y aprendizaje. Ágora para la Educación Física y el Deporte. (9), 83-114.
- Rivero, I. V. (2009). El juego en las planificaciones de Educación Física. Lecturas: Educación física y deportes, (131), 23.
- Ruíz, S. (2012). Deporte Paralímpico: una mirada hacia el futuro. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, (15), 97-104.
- Salguero, A. R. (2010). El deporte como elemento educativo indispensable en el área de Educación Física. EmásF: revista digital de educación física, (4), 23-36.
- Zucchi, D. G. (2001). Deporte y discapacidad. Efdeportes Revista Digital, 7(43).

SECCIÓN X.

EJERCICIO Y ACTIVIDAD FÍSICA
EN ENFERMEDADES METABÓLICAS

COMPOSICIÓN CORPORAL EN ALUMNOS DE PRIMARIA Y SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO ACADÉMICO

JAVIER RISCART LÓPEZ
Universidad de Cádiz

MIGUEL ÁNGEL ROSETY RODRÍGUEZ
Universidad de Cádiz

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sobrepeso y la obesidad es un problema ampliamente extendido por todo el mundo. Requiere de una mayor atención en edades tempranas pues supone una amenaza para la salud en la infancia y adolescencia (Reed et al., 2013). A estas edades se está en pleno crecimiento y cualquier problema de salud puede derivar en la adultez en todavía más serios problemas como desórdenes metabólicos con la correspondiente reducción de calidad de vida.

Una buena aproximación al sobrepeso u obesidad la tenemos desde el estudio de la composición corporal. Esta representa la cuantificación de los distintos componentes que conforman el cuerpo humano desde varios modelos según cuantos niveles analicemos y cuantifiquemos. En la década de los años 70 surge el modelo más completo con 5 niveles de estudio (atómico, molecular, celular, histológico y corporal total), sin embargo, el modelo bicompartimental sigue siendo el más utilizado por su mayor facilidad y contrastada eficacia. Este modelo de dos componentes contabilizará únicamente la masa grasa total y la masa libre de grasa del cuerpo (González Jiménez, 2013).

Junto a la composición corporal y posible sobrepeso de los menores, es de igual importancia el estudio del rendimiento académico para así abarcar tanto la faceta física como la cognitiva y como estas dos afectan

al ámbito social de los menores. Así el rendimiento académico según cada estudio realizado se mide de diversas formas:

- a) Estudios amplios como los realizados por el Informe PISA (Programme for International Student Assessment) que miden la competencia en tres áreas (matemáticas, ciencia y lectura).
- b) Tests ad hoc que recojan las áreas de interés de cada estudio. O estudios propios de cada nación que generalmente son exclusivos para el área de las matemáticas y el uso de la lengua oficial.
- c) Recopilación de las calificaciones obtenidas en todas las asignaturas por el alumnado durante una etapa concreta de la enseñanza reglada.
- d) Tests de autopercepción del rendimiento que muestran que imagen de sus propias capacidades tiene cada alumno.

Por todo lo anterior son numerosos los estudios realizados respecto a la relación entre la actividad física (AF en adelante) y/o la forma física del alumnado con su rendimiento académico. Estos son estudios realizados por investigadores de todo el mundo, que muestra el extendido interés en entender esta relación. Mayoritariamente es un interés, desde el ámbito de la salud y la educación, en mejorar la salud de los ciudadanos desde la prevención y actuación en los más jóvenes y mejorar el rendimiento académico (Chesham et al., 2018). Sin embargo, son minoría los estudios que estudian la composición corporal como suficiente factor esencial o bien junto a la AF realizada y a la forma física del alumno en el rendimiento académico. Para la mayoría de los estudios la mejora en la composición corporal es más una consecuencia de una buena forma física o de la realización regular de AF, que se aprecia como consecuencia, que no como un factor directo que influya en el rendimiento académico. Estudios previos sugieren que hay una relación directa entre el rendimiento académico y la composición corporal. En cuanto se ha demostrado que altas cantidades de grasas es un factor biológico que afecta al cerebro del alumno especialmente en el tamaño del hipocampo (procesamiento de la memoria a corto y largo plazo, aprendizaje y emociones) y el cortex prefrontal (planificación, gestión

del tiempo y organización) (Correa-Burrows et al., 2018). Esta relación biológica y morfológica sería mayor cuanto menor sea la edad del alumno debido a que el cerebro está sufriendo un mayor y rápido desarrollo y se tiene menor resiliencia. Sin embargo, consideramos que es en todos los rangos de edad donde observaríamos como un mayor índice de masa corporal (IMC en adelante) supone menor rendimiento académico. Desde esta hipótesis entendemos el IMC no solo como factor biológico sino también como factor social y un indicador de circunstancias socioeconómicas que afectan al alumno y a su rendimiento académico. Estas circunstancias serían la educación de los tutores, estructura familiar, nivel económico, etc. y en su conjunto se traducirían en el nivel de implicación y/o capacidad de los tutores en el bienestar físico y educativo de los menores. A su vez el factor social sería la autoconfianza y seguridad que tendría cada alumno según su físico donde este factor parece ser más determinante en alumnas que en alumnos (Syväoja et al., 2018).

La amplia bibliografía existente sobre la relación entre el rendimiento académico y la composición corporal muestra diversidad en las conclusiones y en la metodología según qué datos se recojan y cómo se haga. Así pues, hay investigadores que trabajan exclusivamente con el índice cintura-cadera (ICC en adelante), el IMC obtenido con la masa corporal y la talla, el uso de plicómetros, básculas de bioimpedancia, etc. A su vez el rendimiento académico puede medirse mediante distintos métodos anteriormente mencionados. Esta disparidad puede dificultar analizar conjuntamente los resultados de diversas investigaciones.

Otra de las dificultades encontradas en la mayoría de los estudios a la hora de abarcar este tema, es el origen de las muestras estudiadas. Dichas muestras, aunque estén formadas por grupos numerosos, suelen pertenecer a un mismo grupo con condiciones étnicas y/o socioeconómicas similares. Esta falta de heterogeneidad dificulta exportar las conclusiones obtenidas a otros grupos con condiciones muy diferentes a las del grupo de estudio. Como ejemplo se observó en un estudio en adolescentes de Estados Unidos que la relación entre adiposidad y rendimiento académico se hacía patente solamente en centros educativos con

altos niveles de actividad social (fiestas escolares, bailes fin de curso, etc.) y de participación atlética (Crosnoe & Muller, 2004).

Por lo tanto, pero no como causas únicas, los resultados y conclusiones obtenidas no son siempre similares. Hay autores que afirman que, con los datos obtenidos por ellos, el sobrepeso o adiposidad en el alumnado no suponen un factor que reduzca el rendimiento académico (Huang et al., 2006). Otros afirman que a mayor IMC se obtiene peor rendimiento académico únicamente en tareas que requieran de una alta concentración y control de la inhibición (Kamijo et al., 2012). Por último está la opinión de que esta relación es poco significativa o no determinante pues las consecuencias de una mayor cantidad de grasa corporal solo se apreciaría en un leve menor rendimiento académico en matemáticas (Saevarsson et al., 2019). Hay estudios que muestran que el cerebro de aquellos que padecen de sobrepeso u obesidad muestra diferencias estructurales que podrían afectar a funciones cognitivas respecto a aquellos que no lo padecen (Lima et al., 2018; Muntaner-Mas et al., 2018). Sin embargo, aun teniendo lo anterior en cuenta, no es suficiente para confirmar una directa relación con el rendimiento académico.

Es amplia la bibliografía ya existente sobre la relación entre composición corporal y rendimiento académico pero la falta de unanimidad en los resultados hace necesario seguir investigando. Teniendo en cuenta la actual situación y viendo que la población más joven, el alumnado de primaria, cuenta cada vez con más miembros con sobrepeso e incluso obesidad. A su vez, interesa el estudio del rendimiento escolar del alumnado por parte de las instituciones, en cuanto que una buena forma física y nivel educativo en las primeras etapas de la vida facilita las posteriores etapas de la vida. Así, se hace necesario seguir investigando para dar cohesión a todos los datos y conclusiones sobre ¿Qué relación existe entre la composición corporal y el rendimiento académico en el alumnado de educación primaria midiendo la composición corporal a través de la masa corporal (peso), talla (altura), perímetro de cintura perímetro de cadera, IMC e ICC y el rendimiento académico, según las calificaciones obtenidas en las asignaturas cursadas?

2. OBJETIVOS

- Evaluar la composición corporal a través de la masa corporal, talla, perímetro de cintura perímetro de cadera, IMC e ICC del alumnado de primaria.
- Evaluar el rendimiento académico en alumnado de primaria por las calificaciones obtenidas en todas las asignaturas cursadas.
- Analizar la relación entre composición corporal y rendimiento académico con los instrumentos indicados.
- Comparar la composición corporal y rendimiento académico con los instrumentos indicados ante los diferentes grupos de edad.

2.1. HIPÓTESIS

- Por lo tanto, la hipótesis planteada es que los sujetos que tengan una mejor composición corporal, medida por (IMC), perímetro de la cintura y de la cadera (ICC) y masa corporal, tenderán a tener un mayor rendimiento académico medido a través de las calificaciones obtenidas durante el curso académico.

3. METODOLOGÍA

3.1 MUESTRA

La muestra de la investigación está formada por jugadores varones de fútbol, cuyos integrantes son 36 niños que se encuentran en el momento de la toma de datos cursando 4º, 5º y 6º de la Educación Primaria.

TABLA 1. *Medidas antropométricas de los sujetos (n=36)*

	G1 (n=12)	G2 (n=12)	G3 (n=12)
Edad (años)	9	10	11
Talla (m.)	1.34±.07	1.44±.08	1.41±.06
Peso (kg.)	31.1±6.4	40.8±11.1	38.5±7.3

Nota. G1= alumnos de 4º de primaria (9 años); G2 = alumnos de 5º de primaria (10 años); G3 = alumnos de 6º de primaria (11 años). Talla = altura media en metros; Masa corporal = peso medio en kilogramos.

3.2. VARIABLES OBJETO DE ESTUDIO

3.2.1. VARIABLES DEPENDIENTES

- Rendimiento Académico: Nota media del alumnado que forman parte de la muestra.

3.2.2. VARIABLE INDEPENDIENTES

- Edad
- Talla
- Masa Corporal
- I.M.C (talla y masa corporal)
- Perímetro de la cintura
- Perímetro de la cadera
- I.C.C (perímetro de la cintura y de la cadera)

3.3 TEST ANTROPOMÉTRICOS E INSTRUMENTOS

3.3.1. MASA CORPORAL:

Es la magnitud física y cantidad medible de la materia que forma un cuerpo (medida en kilogramos y gramos en el sistema internacional). Es el coloquial pero científicamente incorrecto peso corporal.

3.3.2. TALLA:

Es la estatura o la altura de la persona (en metros o centímetros), medida con el cuerpo erguido desde la planta del pie descalzo hasta la coronilla de la cabeza.

3.3.3. PERÍMETRO CINTURA

Es la medida en centímetros de la “circunferencia” abdominal medida a una altura aproximada de dos dedos por encima del ombligo.

3.3.4. PERÍMETRO CINTURA

Es la medida en centímetros de la “circunferencia” a una altura coincidente con el nivel más prominente de los glúteos.

3.3.5. ÍNDICE CINTURA-CADERA

Es una medida antropométrica que muestra los niveles de grasa intraabdominal. Se calcula mediante la relación obtenida de dividir el perímetro de la cintura de una persona por el perímetro de la cadera. Ambos valores tomados y aplicados en centímetros. $ICC = \text{cintura (cm)} / \text{cadera (cm)}$

3.3.6. ÍNDICE DE MASA CORPORAL

Es la relación existente entre la masa corporal y la talla que sirve para identificar situaciones de sobrepeso y obesidad. Se calcula dividiendo la masa corporal (peso) en kilogramos entre la talla (altura) en metros al cuadrado. $IMC = \text{masa corporal (kg)} / \text{talla (m}^2\text{)}$.

3.4 MATERIAL UTILIZADO

El principal material necesario para la realización de este trabajo fue el siguiente:

3.4.1. BÁSCULA:

Es un instrumento que sirve para medir la masa corporal (peso). Las básculas electrónicas utilizan sensores conocidos como células de carga que son piezas de metal que cambia su resistencia eléctrica al traccionarse o comprimirse cuando se deforman al soportar el peso de la persona u objeto a medir.

3.4.2. TALLÍMETRO:

Es un instrumento que sirve para la medición de la talla o estatura de una persona. Cuentan con 3 partes que son la base, el tablero y el tope móvil. Para la medición pondremos a cada sujeto sobre la base sin calzado. En posición erguida ajustaremos el tope móvil hasta hacer contacto con la coronilla de la cabeza.

3.4.3. CINTA ANTROPOMÉTRICA:

Es una cinta métrica cuyo uso está destinado a la medición de perímetros o circunferencias corporales. El material con el que se hacen estas

cintas es metálico o plástico, y se requiere que sea flexible pero que no tenga plasticidad.

3.4.4. EVALUACIONES ACADÉMICAS

Se recopilarán las diversas calificaciones de cada alumno cedidas por el centro escolar. Estas calificaciones serán las correspondientes a las asignaturas: Educación Artística, Educación Física, Francés, Inglés, Lengua Castellana y Literatura, Matemáticas, Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales, evaluadas de cero (mínimo) a diez (máximo). Además, se calculará la Nota Media mediante la media aritmética de las calificaciones de cada asignatura.

3.5 PROTOCOLO

El test transcurrió a lo largo de dos días, el primer día se recopiló el test de rendimiento académico:

- Recopilación de datos de la 1ª evaluación académica (Correspondiente al 1º Trimestre)

En el segundo día se realizaron los test de evaluación de composición corporal:

- Masa Corporal: Se mide con la báscula, solicitando al sujeto que se descalce y se sitúe erguido con los brazos pegados a ambos lados del cuerpo.
- Talla: Se mide con el tallímetro portátil, justo después de la medida de la masa corporal aprovechando así que el sujeto se encuentra descalzo y se le sitúa erguido y se ajusta el tope móvil a la coronilla.
- Perímetro Cintura: Se mide con la cinta antropométrica, con el sujeto a medir de pie, con los pies juntos y los brazos cruzados con las manos apoyadas en los hombros coincidiendo con una espiración profunda del sujeto. La forma más precisa establecida por la OMS requiere que el sujeto a medir esté de perfil a quién mide y la cinta métrica debe situarse entre la

última costilla (costilla flotante) y el borde superior de la cresta ilíaca.

- Perímetro Cadera: Se mide con la cinta antropométrica en el punto más prominente de los glúteos, hay que tener especial atención en que la cinta métrica esté completamente horizontal en todo su perímetro.
- Índice Cintura-Cadera: El ICC se calcula a partir de los datos anteriormente medidos. Se calcula al dividir el perímetro de la cintura entre el perímetro de la cadera. $ICC = \text{cintura (cm)} / \text{cadera (cm)}$.
- Índice de Masa Corporal: El IMC se calcula con los valores anteriores de masa corporal y talla de cada sujeto. Dividimos la masa corporal en kilogramos entre la talla en metros al cuadrado. $IMC = \text{masa corporal (kg)} / \text{talla (m}^2\text{)}$.

3.6. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Se calculó la media y la desviación típica para determinar valores de tendencia central. Para confirmar la normalidad de la distribución de la muestra se aplicó la prueba de Shaphiro Wilk y para comprobar la homogeneidad se utilizó el test de Levené. Para comprobar la equivalencia de los grupos se aplicó una ANOVA simple. La relación entre las variables se calculó por medio del coeficiente de correlación de Pearson (r). Se consideraron significativos los resultados si el valor de $p \leq 0.05$. Para el tratamiento estadístico de las variables se utilizó el programa SPSS v.23.0 para Windows.

4. RESULTADOS

Tras la realización del programa de intervención se hallaron los siguientes resultados sobre las variables analizadas:

4.1. RENDIMIENTO ACADÉMICO:

El rendimiento académico medio se ha calculado como la media aritmética de las distintas calificaciones de la primera evaluación de cada alumno. Dichas notas han sido cedidas por los diferentes centros

educativos de cada alumno, aportando así las notas de cada asignatura calificadas estas de cero (la calificación más baja posible) a diez (la nota máxima). Con todas las calificaciones y diferenciando por curso obtenemos la media en el rendimiento académico de los alumnos que forman la muestra del estudio. Estos son los grupos G1 (4º de primaria, 9 años), G2 (5º de primaria, 10 años) y G3 (6º de primaria, 11 años).

Los tres grupos de estudio tienen una nota media de notable, que abarca calificaciones a partir del 7 sin llegar al 9. Cabe destacar que la nota media de G2 es la más baja de todas (7.10), por otra parte, la nota media de G1 fue la mejor calificación de todos los grupos (7.83) y por último G3 obtuvo una calificación de 7.73. Aunque las notas medias entre grupos fueron diferentes, estas diferencias entre grupos no fueron significativas. De cada variable analizada, se calculó la desviación típica para ver la dispersión del conjunto de datos con respecto a la media.

TABLA 2. Resultados del rendimiento académico medio y nota por asignatura media por grupo

	G1 (n=12)	G2 (n=12)	G3 (n=12)
Nota media	7.83 ± 1.50	7.10 ± 1.09	7.73 ± 1.58
Educación Artística	8.00 ± 1.53	7.25 ± 1.28	7.58 ± 1.56
Educación Física	7.91 ± 1.67	8.00 ± 1.20	7.58 ± 1.62
Lengua Castellana y Literatura	7.58 ± 1.62	7.25 ± 1.05	7.66 ± 1.55
Matemáticas	7.75 ± 1.86	7.00 ± 1.85	7.75 ± 2.00
Ciencias Sociales	8.00 ± 1.47	7.16 ± 1.58	8.00 ± 1.53
Ciencias de la Naturaleza	7.75 ± 1.71	6.91 ± 1.97	7.66 ± 1.61
Francés	7.66 ± 1.61	6.41 ± 1.24	7.83 ± 1.40
Inglés	8.00 ± 1.65	6.83 ± 1.26	7.75 ± 1.81

Nota. G1= alumnos de 4º de primaria (9 años); G2 = alumnos de 5º de primaria (10 años); G3 = alumnos de 6º de primaria (11 años).

4.2. COMPOSICIÓN CORPORAL

La composición corporal media se ha calculado a través de la media aritmética por grupo del IMC y del ICC de cada alumno. Los tres grupos estudiados serían los siguientes, G1 (4º de primaria, 9 años), G2 (5º de primaria, 10 años) y G3 (6º de primaria, 11 años). Todos los valores medios de las variables físicas obtenidas de una medición directa se muestran

superiores en G2, aunque únicamente se hallaron diferencias significativas en las variables de Talla y Masa Corporal en G2 con respecto a G1.

El valor medio del IMC aumenta levemente junto con la edad de cada grupo. Así partimos con un valor medio de delgadez aceptable (valores entre 17 y 18.50) en los alumnos que forman el G1, para pasar con los alumnos del G2 y G3 a una situación de normopeso (valores de IMC entre 18.50 y 25.00). Respecto a los valores medios de ICC no se aprecia situaciones fuera de la normalidad en los tres grupos estudiados, encontrándose todos entre los valores 0.78 a 0.94.

TABLA 3. *Resultados de la composición corporal media por grupo*

	G1 (n=12)	G2 (n=12)	G3 (n=12)
Edad (años)	9	10	11
Talla (m)	1.34 ± 0.07	1.44 ± 0.08*1	1.41 ± 0.06
Masa corporal (kg)	31.1 ± 6.4	40.8 ± 11.1*1	38.5 ± 7.3
Perímetro Cintura (cm)	62.50 ± 4.64	68.66 ± 10.67	68.16 ± 7.72
Perímetro Cadera (cm)	71.75 ± 5.69	78.33 ± 9.19	77.41 ± 6.03
IMC	17.13 ± 2.70	19.17 ± 3.43	19.25 ± 3.10
ICC	0.87 ± 0.023	0.88 ± 0.056	0.88 ± 0.034

Nota. G1= alumnos de 4º de primaria (9 años); G2 = alumnos de 5º de primaria (10 años); G3 = alumnos de 6º de primaria (11 años). Talla = altura media en metros; Masa corporal = peso medio en kilogramos; Perímetro Cadera = valor de la circunferencia media en centímetros de la cadera; Perímetro Cintura = valor de la circunferencia media en centímetros de la cintura; IMC = Índice de Masa Corporal media, se calcula dividiendo la masa corporal en kilogramos entre la talla en metros al cuadrado; ICC = Índice Cintura-Cadera media de cada grupo de estudio. Es una medida antropométrica que nos indica los niveles de grasa intraabdominal. Se calcula a partir de dividir el perímetro de la cintura entre el perímetro de la cadera. * = valor significativo P<0.05; Diferencias significativas con respecto a: 1= G1, 2=G2, 3=G3.

4.3. RELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO ACADÉMICO Y COMPOSICIÓN CORPORAL

Una vez analizado los resultados del rendimiento académicos y de la composición corporal, podemos observar, de forma general, que ambas variables tienen dependencia lineal entre sí, y en las variables de Masa Corporal e IMC existe una relación directa negativa, moderada y significativa con el rendimiento académico medio, sin embargo en cuanto a

las variables de Talla, Perímetro de Cintura, Perímetro de Cadera e ICC existe una relación directa, baja y no significativa con respecto al rendimiento académico medio.

En cuanto a la relación del rendimiento académico en las diferentes asignaturas evaluadas y las variables de composición corporal, podemos observar que hay una relación muy similar a la variable de rendimiento académico, excepto en la relación significativa entre la Talla y la asignatura de Educación Física y el Perímetro de Cintura y Cadera y la asignatura de Educación Física (Tabla 4).

TABLA 4. *Relación entre las diferentes variables en toda la muestra estudiadas.*

Variables	MASA CORPORAL	TALLA	PERÍMETRO CINTURA
N. M	-0.479**	-0.228	-0.317
E. A.	-0.569**	-0.372*	-0.354
E. F	-0.533**	-0.203	-0.371*
Leng.	-0.417*	-0.119	-0.271
Mat.	-0.369*	-0.152	-0.270
Soc.	-0.363*	-0.236	-0.204
Nat.	-0.344*	-0.143	-0.177
Franc.	-0.450**	-0.234	-0.328
Inglés	-0.390*	-0.187	-0.300
Variables	PERÍMETRO CADERA	IMC	ICC
N. M	-0.0300	-0.545**	-0.199
E. A.	-0.369*	-0.590**	-0.169
E. F	-0.375*	-0.654**	-0.191
Leng.	-0.259	-0.543**	-0.176
Mat.	-0.240	-0.425**	-0.188
Soc.	-0.210	-0.375*	-0.090
Nat.	-0.132	-0.402*	-0.169
Franc.	-0.27	-0.485**	-0.278
Inglés	-0.302	-0.442**	-0.149

Nota. N. M. = Nota Media; E. A. = Educación Artística; E. F. = Educación Física / Leng. = Lengua Castellana y Literatura; Mat. = Matemáticas; Soc. = Ciencias Sociales; Nat. = Ciencias de la Naturaleza; Franc. = Francés;

*. La correlación es significativa en el nivel 0.05; **. La correlación es significativa en el nivel 0.01.

En la tabla 5 se presentan las relaciones entre las mismas variables de composición corporal que en la tabla 4 y en esta ocasión con la nota media, pero controlando la variable edad. La relación entre todas las variables analizadas no es significativa, pero podemos observar que las relaciones se mantienen muy similares. (Tabla 5).

TABLA 5. *Correlaciones Parciales entre las variables de composición corporal y la nota media controlando por edades*

	MASA CORPORAL	TALLA	PERÍMETRO CINTURA
Nota media	-0.497	-0.232	-0.322
	PERÍMETRO CADERA	IMC	ICC
Nota media	-0.306	-0.559	-0.197

Nota. Talla = altura media en metros; Masa corporal = peso medio en kilogramos; Perímetro Cadera = valor de la circunferencia media en centímetros de la cadera; Perímetro Cintura = valor de la circunferencia media en centímetros de la cintura; IMC = Índice de Masa Corporal media, se calcula dividiendo la masa corporal en kilogramos entre la talla en metros al cuadrado; ICC = Índice Cintura-Cadera media de cada grupo de estudio.

5. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre la composición corporal o situaciones de sobrepeso y obesidad, causantes de numerosas enfermedades y patologías, con el rendimiento académico de la población infantil, más concretamente en aquellos pertenecientes al nivel de Educación Primaria. Para la medición del sobrepeso y la obesidad se utilizó el IMC y el ICC que se muestran muy eficaces para medir la cantidad de grasa corporal sin la necesidad de sistemas de medida directos, pero a su vez complejos y costosos (Mei et al., 2002).

El principal hallazgo que se puede observar en el presente estudio es que a pesar que los 3 grupos analizados tienen resultados similares en composición corporal y rendimiento académico pero con edades diferentes, existe una relación entre la cantidad de grasa corporal, cuantificada con el IMC, y el rendimiento académico medido con las evaluaciones escolares. Así en cada grupo de estudio (G1: alumnos de 4º de primaria y 9 años; G2: alumnos de 5º de primaria y 10 años; G3:

alumnos de 6º de primaria y 11 años) la relación entre IMC e ICC con la gran mayoría de asignaturas y la nota media es inversamente proporcional y presenta una correlación significativa en el nivel 0.01. Por lo tanto, nuestra hipótesis se confirma y se observa una relación significativa entre la composición corporal de los alumnos de primaria estudiados y su rendimiento académico.

Respecto a las variables analizadas, los datos de IMC de nuestra investigación indican que todos los grupos de estudio están en condiciones de normopeso o delgadez y tiene unas notas por asignatura y nota media de la evaluación en torno al notable. Esto se traduce estadísticamente en que existe una dependencia lineal entre la variable de rendimiento académico y de composición corporal. La correlación entre IMC y la nota media de la primera evaluación es significativa en el nivel 0.01, con un valor concreto de -0.545. Con excepción de las asignaturas de Ciencias Sociales y Ciencias de la Naturaleza, que la correlación es significativa en el nivel 0.05, el resto de las asignaturas se asemeja a la nota media en su correlación con valores que abarcan desde -0.425 (Matemáticas) hasta -0.654 (Educación Física) en el nivel 0.01 (tabla 4). Nuestro estudio se ha limitado a una muestra homogénea perteneciente al mismo club deportivo. Es por ello que no sorprende que de media el IMC de cada grupo se encuentre en valores saludables. No ocurre así en estudios cuya muestra es homogénea en su procedencia geográfica pero heterogénea en cuanto a hábitos deportivos se refiere. Así en un estudio realizado en Illinois (EEUU), región preocupada por la creciente obesidad de los preadolescentes, la muestra de estudio está en su mayoría en situaciones de sobrepeso con un IMC por encima del 25.0 kg/m^2 (Kamijo et al., 2012). Aun así, sus resultados coinciden con nuestra hipótesis, en la que un menor IMC implica un mayor rendimiento académico. Además en otras investigaciones se observan resultados similares a nuestro estudio, alcanzando la misma conclusión, de que la cantidad de grasa corporal influye en el rendimiento académico independientemente de la AF realizada, pero esta relación está limitada al área de las matemáticas y muestra una correlación significativa en el nivel 0.05 (Saevarsson et al., 2019), donde se limitó el estudio a la relación del IMC con el idioma oficial (islandés) y con las matemáticas.

De igual manera, otro estudio realizado en Chile arroja resultados similares al nuestro en el que la relación entre el rendimiento académico, medido con el promedio de calificaciones, es altamente significativa respecto a los niveles de adiposidad, obesidad y obesidad abdominal el alumnado en niveles 0.01 tanto si estos realizan o no AF o si tiene o no una dieta saludable (Correa-Burrows et al., 2018).

Por otra parte, el estudio de la relación del ICC con el rendimiento académico muestra que no hay una relación significativa con la nota media o con cada asignatura de manera individual. Así la correlación no alcanza el nivel 0.05, obteniéndose valores para la relación entre ICC y Nota Media un valor de -0.199 y para el resto de las asignaturas los valores abarcan desde -0.090 (Ciencias Sociales) hasta -0.278 (Francés) (tabla 4). Los tres grupos de estudio no muestran líneas de tendencia que corroboren la relación estudiada (G1: $r=0.87$; G2: $r=0.23$; G3: $r=0.91$) (figura 5), cómo sí ocurre con la otra variable de composición corporal analizada, el IMC. En la mayoría de estudios previos consultados que analizan la composición corporal no hacen uso del ICC como variable independiente junto al IMC, sino que hacen uso solamente del perímetro de la cintura, sin encontrarse tampoco ninguna correlación entre este perímetro de la cintura y el rendimiento académico. Aunque de entre todos los estudios previos encontramos un estudio previo que no se ha limitado a estudiar la relación con el perímetro de la cintura, también ha estudiado la relación del perímetro de la cadera con el rendimiento académico, pero sin aunarlo después en un estudio del ICC y el rendimiento académico, para en su lugar sí estudiar la relación con el índice cintura-talla. Analizada la relación entre estos indicadores de obesidad y rendimiento académico, confirman la influencia negativa de tener un elevado porcentaje de grasa corporal, para el rendimiento académico. Puesto que obtienen correlaciones significativas para las siguientes variables, perímetro de cintura, perímetro de cadera e índice cintura-altura de forma independiente en el nivel 0.05, podemos extrapolar que con sus datos también se habría obtenido una relación significativa entre rendimiento académico e ICC. Sin embargo también afirman que esta relación se ve atenuada o incluso desaparece cuando se tienen en cuenta los componentes de la forma física (Muntaner-Mas et al., 2018).

Respecto a la masa corporal, se aprecia una correlación significativa en el nivel 0.01 con la Nota Media (-0.479) y las asignaturas de Educación Artística, Educación Física y francés. Mientras que con el resto de las asignaturas la correlación solo es significativa en el nivel 0.05 (tabla 4). Podemos entonces afirmar que, aun habiendo correlación entre masa corporal y rendimiento académico, esta se analiza mejor junto a la talla (IMC) que como variable aislada. En cuanto a los datos obtenidos en el presente estudio, cuando se ha procedido a analizar los datos diferenciando por grupo, se observan líneas de tendencia que corroboran la relación estudiada en G1 ($r = 0.86$) y G3 ($r = 0.89$), mientras no se corrobora en G2 ($r = 0.16$) (figura 6). Todos los valores medios de las variables físicas obtenidas de una medición directa se muestran superiores en G2. Es decir, sus miembros son quienes tienen mayor altura, masa corporal y perímetro de cintura y cadera. Algo razonable respecto a G1, pero singular respecto a los del G3, mayores estos últimos en edad, pero no en corpulencia. Esta situación irregular en la que G2 cuenta con los sujetos con mayor masa corporal de toda la muestra (tres de los sujetos de G2 superan los 45kg, mientras que solo uno de G3 y ninguno de G1), desvirtúa en parte la relación y es el motivo de la línea de tendencia del grupo. Esta situación podría deberse a la casualidad y al número de la muestra estudiada que hace que los sujetos con condiciones particulares influyan más en los valores medios y en las relaciones. Sin embargo, no descartamos que pueda haber otros factores y variables que no se han tenido en cuenta en el presente estudio, como pueden ser la edad ósea, entre otros parámetros. En toda la bibliografía usada no encontramos ninguna investigación que estudie la relación entre la masa corporal y el rendimiento académico. Esta masa corporal de los sujetos solo entra en juego como dato para calcular el IMC, y con este estudiar su relación con el rendimiento académico o bien hacer grupos en función del riesgo de padecer sobrepeso u obesidad, a diferencia de nuestro planteamiento que ha sido hacer grupos por edad.

De forma análoga hay múltiples estudios que estudian el rendimiento académico no con una relación directa a la composición corporal, sino con la cantidad de AF realizada. Por tanto realizar AF implica una mejora en la composición corporal y en el rendimiento académico (García-

Hermoso et al., 2020). Sin embargo, esta relación que encuentran en menores chilenos no entra en detalle de en qué proporción influye en el rendimiento académico la AF y cuanto la composición corporal, estando esta última, independientemente de la AF realizada, relacionada como factor biológico que afecta al hipocampo y al cortex frontal (Correa-Burrows et al., 2018).

Por último, hay otros estudios que corroboran como la composición corporal está íntimamente relacionada con el rendimiento académico. Sin embargo, estos estudios analizan este rendimiento académico no desde notas medias proporcionadas por la institución educativa. Estos estudios llegan a la misma conclusión, pero entendiendo el rendimiento académico como la suma de ciertas capacidades. Algunas serían la capacidad verbal, la lectura, el deletreo, la eficiencia cognitiva, etc. medidas con una serie de tests cognitivos (Kamijo et al., 2012; Raine et al., 2018).

Por otra parte, las variables de rendimiento académico han mostrado ser similares en los tres grupos de estudio, siendo estas calificaciones (de la primera evaluación del curso cedidas por los centros educativos) de media notables. Hay una correlación altamente significativa tanto en la nota media de la primera evaluación, como en las calificaciones de todas las asignaturas, con excepción de las dos asignaturas de ciencias recogidas en el currículo de primaria (Ciencias Sociales y Ciencias de la Naturaleza), donde la correlación es significativa, pero en menor medida (nivel 0.05). Estudios similares que hacen uso de las calificaciones obtenidas en lugar de tests cognitivos, no recogen todas las asignaturas del periodo estudiado. Así por ejemplo se hace solo uso de las notas del curso anterior de las asignaturas: matemáticas, ciencias, inglés y estudios sociales en una investigación de Estados Unidos y con ellas se obtiene una nota media (Crosnoe & Muller, 2004) donde se observa de manera análoga a nuestro estudio que hay una relación significativa entre el rendimiento académico (nota media) y la situación de estar o no en riesgos de obesidad. Otros estudios calculan el rendimiento académico con la nota media de todas las notas del curso anterior para obtener un valor en una escala de 0 a 4, junto con la autopercepción de cada estudiante de su rendimiento académico del curso anterior, pero la investigación se limita a analizar la relación de dicha nota media con el IMC, sin hacer un estudio

estadístico de las asignaturas por separado (Huang et al., 2006). Sin embargo, en este estudio en concreto difieren de nuestra hipótesis. Con sus datos afirman que la adiposidad o una situación de sobrepeso no es de por sí un factor de riesgo para tener un menor rendimiento académico. Esta diferencia puede deberse al uso de la autopercepción del rendimiento que puede desvirtuar los datos de rendimiento académico, sumado a la percepción de los investigadores de que las situaciones de sobrepeso tienen un fuerte impacto social y son estas situaciones sociales las que realmente están relacionadas con el rendimiento académico. Estudios similares que hacen uso de tests nacionales ignoran la totalidad de las asignaturas para evaluar áreas de conocimiento más específicas. Sería el caso de tener únicamente en consideración el danés y las matemáticas (Lima et al., 2019) o el islandés y las matemáticas nuevamente (Saevarsson et al., 2019) cuyos resultados difieren de los nuestros. Aseguran que un incremento en el IMC en alumnos de 9 a 15 años solo implica una merma en el rendimiento académico del área de las matemáticas. Estos resultados pueden deberse a condiciones propias de Islandia donde se puede prestar una mayor atención y uso correcto del idioma en todas las esferas de su uso, familia, medios de comunicación, etc. o bien por la peculiaridad de la toma de datos de rendimiento académico, que está muy limitado por las áreas de conocimiento que excluye. En este estudio han optado por comparar el rendimiento académico de cada alumno con la media nacional para su edad, obtenida ésta mediante el estudio de tests nacionales realizados por alumnos cuando tenían 9, 12 y 15 años para así comparar el progreso académico de cada participante con el progreso de la cohorte islandesa general. Sin embargo, mientras que el rendimiento académico se analiza comparado y en una progresión, las variables de composición corporal se analizan como una única toma de datos puntual.

6. CONCLUSIONES

En alumnos de cuarto a sexto de primaria que realizan con regularidad una cantidad moderada de AF, encontramos una negativa y significativa relación entre composición corporal (IMC) y el rendimiento académico.

Los resultados sugieren que es importante educar y orientar a los menores para que mantengan estilos de vida saludables, no únicamente con una perspectiva de salud física, sino además desde una perspectiva de aprendizaje y rendimiento académico.

Los resultados derivados de este estudio permiten sugerir que es necesario aumentar las iniciativas de promoción de la salud por parte de las diversas administraciones. Tanto desde el marco de los propios centros educativos como por parte de programas municipales, autonómicos y estatales. Desde los centros educativos se podría proceder con un aumento de horas lectivas de la asignatura de Educación Física y con actividades extraescolares que pongan en valor hábitos de vida saludable para el alumnado, con el objetivo marcado de reducir el sedentarismo y mejorar la alimentación de los menores, que se vería directamente plasmado en una mejora de la composición corporal y con ello una mejora del rendimiento académico.

7. REFERENCIAS

- Chesham, R. A., Booth, J. N., Sweeney, E. L., Ryde, G. C., Gorely, T., Brooks, N. E., & Moran, C. N. (2018). The daily mile makes primary school children more active, less sedentary and improves their fitness and body composition: a quasi-experimental pilot study. *BMC Medicine*, 16(1), 64. <https://doi.org/10.1186/s12916-018-1049-z>
- Correa-Burrows, P., Rodriguez, Y., Blanco, E., Gahagan, S., & Burrows, R. (2018). Increased adiposity as a potential risk factor for lower academic performance: a cross-sectional study in Chilean adolescents from low-to-middle socioeconomic background. *Nutrients*, 10(9), 1133. <https://doi.org/10.3390/nul0091133>
- Crosnoe, R., & Muller, C. (2004). Body mass index, academic achievement, and school context: examining the educational experiences of adolescents at risk of obesity. *Journal of health and social behavior*, 45(4), 393-407. <https://doi.org/10.1177/002214650404500403>
- García-Hermoso, A., Hormazábal-Aguayo, I., Fernández-Vergara, O., González-Calderón, N., Russell-Guzmán, J., Vicencio-Rojas, F., Chacana-Cañas, C., & Ramírez-Vélez, R. (2020). A before-school physical activity intervention to improve cognitive parameters in children: The Active-Start study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 30(1), 108-116. <https://doi.org/10.1111/sms.13537>

- González Jiménez, E. (2013). Composición corporal: Estudio y utilidad clínica. *Endocrinología y nutrición*, 60(2), 69-75.
<https://doi.org/10.1016/j.endonu.2012.04.003>
- Huang, T. T.-K., Goran, M. I., & Spruijt-Metz, D. (2006). Associations of adiposity with measured and self-reported academic performance in early adolescence. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 14(10), 1839-1845.
<https://doi.org/10.1038/oby.2006.212>
- Kamijo, K., Khan, N. A., Pontifex, M. B., Scudder, M. R., Drollette, E. S., Raine, L. B., Evans, E. M., Castelli, D. M., & Hillman, C. H. (2012). The relation of adiposity to cognitive control and scholastic achievement in preadolescent children. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 20(12), 2406-2411.
<https://doi.org/10.1038/oby.2012.112>
- Lima, R. A., Larsen, L. R., Bugge, A., & Andersen, L. B. (2018). Physical fitness is longitudinally associated with academic performance during childhood and adolescence, and waist circumference mediated the relationship. *Pediatric exercise science*, 30(3), 317-325.
<https://doi.org/10.1123/pes.2017-0206>
- Lima, R. A., Pfeiffer, K. A., Møller, N. C., Andersen, L. B., & Bugge, A. (2019). Physical activity and sedentary time are positively associated with academic performance: A 3-Year Longitudinal Study. *Journal of physical activity & health*, 16(3), 177-183.
<https://doi.org/10.1123/jpah.2017-0587>
- Mei, Z., Grummer-Strawn, L. M., Pietrobelli, A., Goulding, A., Goran, M. I., & Dietz, W. H. (2002). Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *The american journal of clinical nutrition*, 75(6), 978-985. <https://doi.org/10.1093/ajcn/75.6.978>
- Muntaner-Mas, A., Palou, P., Vidal-Conti, J., & Esteban-Cornejo, I. (2018). A mediation analysis on the relationship of physical fitness components, obesity, and academic performance in children. *The journal of pediatrics*, 198, 90-97.e4. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.02.068>
- Raine, L., Drollette, E., Kao, S.-C., Westfall, D., Chaddock-Heyman, L., Kramer, A. F., Khan, N., & Hillman, C. (2018). The associations between adiposity, cognitive function, and achievement in children. *Medicine and Science in Sports and exercise*, 50(9), 1868-1874.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001650>
- Reed, J. A., Maslow, A. L., Long, S., & Hughey, M. (2013). Examining the impact of 45 minutes of daily physical education on cognitive ability, fitness performance, and body composition of African American youth. *Journal of physical activity & health*, 10(2), 185-197.
<https://doi.org/10.1123/jpah.10.2.185>

- Saevarsson, E. S., Gudmundsdottir, S. L., Kantomaa, M., Arngrimsson, S. A., Sveinsson, T., Skulason, S., & Johannsson, E. (2019). Above average increases in body fat from 9 to 15 years of age had a negative impact on academic performance, independent of physical activity. *Acta paediatrica* (Oslo, Norway : 1992), 108(2), 347-353. <https://doi.org/10.1111/apa.14459>
- Syväoja, H. J., Kankaanpää, A., Kallio, J., Hakonen, H., Kulmala, J., Hillman, C. H., Pesonen, A.-K., & Tammelin, T. H. (2018). The relation of physical activity, sedentary behaviors, and academic achievement is mediated by fitness and bedtime. *Journal of physical activity & health*, 15(2), 135-143. <https://doi.org/10.1123/jpah.2017-0135>

SECCIÓN XI.

EJERCICIO Y ACTIVIDAD FÍSICA EN SALUD MENTAL

RASGOS DE ANSIEDAD Y DEPRESIÓN EN POBLACIÓN ADULTA JOVEN UNIVERSITARIA. RELACIÓN CON EL TIEMPO DE PANTALLA Y LA ACTIVIDAD FÍSICA

ENRIQUE RAMÓN ARBUÉS
Universidad San Jorge

ANAIS SEVIL PÉREZ
Universidad San Jorge

LUCÍA SAGARRA ROMERO
Universidad San Jorge

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre la carga mundial de morbilidad han puesto de manifiesto que los problemas de la salud mental son una de las principales causas de discapacidad en todo el mundo, independientemente del contexto geográfico y cultural analizado. De hecho, la depresión se considera actualmente el trastorno más discapacitante a escala mundial medido en años vividos con discapacidad (GBD 2017 DALYs and HALE Collaborators, 2018). Los problemas de salud mental no sólo producen consecuencias sociales y de salud individuales e inmediatas para la persona que los sufre, sino que también tienen un impacto económico significativo para la sociedad ocasionado tanto por los gastos directos asociados al proceso como a los gastos indirectos derivados de la consiguiente pérdida de productividad (Zweifel, 2021).

En numerosas ocasiones, los problemas de salud mental aparecen en la edad adulta temprana, y a estas edades se asocian con una mayor incidencia de problemas físicos y emocionales en el medio y largo plazo (McGrath et al., 2020), dificultades para entrar en el mercado laboral (Barili et al., 2023), relaciones sociales disfuncionales (Oliveros et al., 2022; Pearce et al., 2023) o peor calidad del sueño (Yuen et al., 2022), entre otros.

Dentro del grupo de los adultos jóvenes, el del estudiante universitario, es un perfil de riesgo aumentado para la aparición de problemas de salud mental (Harrer et al., 2019). Los estudiantes universitarios se ven sometidos a importantes desafíos, inseguridades, situaciones estresantes y transiciones del desarrollo social y vital que aumentan la probabilidad de sufrir problemas de salud mental (Lei et al., 2021).

Estudios anteriores en todo el mundo han evaluado la salud psicológica de los estudiantes universitarios a través de un análisis de la sintomatología de depresión y ansiedad, entre otras. Si bien, los hallazgos son muy dispares y muestran importantes variaciones en función del contexto geográfico y cultural analizado (Estrella-Proaño et al., 2024; Kavvadas et al., 2023; Malebari et al., 2024). Una reciente revisión sistemática y metaanálisis publicada en el año 2022 (Dessauvagie et al., 2022) reportó un valor mediana de prevalencia de depresión del 29,4% y de ansiedad del 42.4% en población universitaria de todo el mundo. Además, se ha observado que los resultados de salud mental, especialmente los síntomas depresivos, han empeorado en los estudiantes universitarios como consecuencia de las medidas tomadas para mitigar el impacto y evolución de la pandemia COVID-19, fundamentalmente el confinamiento y las medidas de cuarentena hacia las personas infectadas (Lee et al., 2023). En cualquier caso, el tema de la salud mental en el espacio educativo se ha vuelto recurrente entre la comunidad docente y este interés se extiende a los profesionales de la salud y la psicología. Se trata de un debate abierto que requiere respuestas y soluciones.

Bajo esta premisa, es de especial interés no sólo la monitorización y detección precoz de problemas de salud mental en una población de riesgo como la de los estudiantes universitarios, sino también la determinación de sus factores predictores. En este sentido, varios estudios en población general han reportado asociaciones de determinados comportamientos y conductas relacionadas con la salud con los estados de ansiedad y depresión, y otros problemas de la salud mental. Entre ellos, una amplia dedicación de tiempo al uso de dispositivos de pantalla como exponente de un estilo de vida sedentario (Nagata et al., 2024; Nakshine et al., 2022) o, de forma inversa como factor protector, la práctica de actividad física regular (Mahindru et al., 2023; Singh et al.,

2023). Si bien, estas relaciones todavía deben ser confirmadas en poblaciones específicas como es la universitaria. Con objeto de paliar estas lagunas de la evidencia, esta investigación se propuso:

2. OBJETIVOS

Los objetivos de este estudio fueron:

3. Caracterizar el distrés psicológico en los estudiantes universitarios de nuestro medio, a partir de la determinación de la prevalencia de rasgos de ansiedad y depresión.
4. Evaluar la asociación entre los rasgos de ansiedad y depresión, el tiempo de pantalla y la actividad física desarrollada.

3. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO Y EMPLAZAMIENTO

Se llevó a cabo un estudio descriptivo transversal sobre una muestra de estudiantes de matriculados en alguna titulación de Grado impartida en el Campus de Villanueva de Gállego de la Universidad San Jorge en la provincia de Zaragoza (Aragón).

3.2. PARTICIPANTES

El cálculo del tamaño muestral mínimo necesario para satisfacer nuestro objetivo principal de determinar la prevalencia de rasgos de ansiedad y depresión en la población universitaria se basó en los resultados recientemente obtenidos por Mendez-Pinto et al. (Mendez-Pinto et al., 2023) mediante la escala Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) y en estudiantes universitarios del Principado de Asturias (España). Así, considerando una población infinita, un nivel de confianza del 95% y una precisión absoluta del 4,5%, se estimó un mínimo necesario de 453 participantes para nuestro estudio.

Todos los estudiantes matriculados en cualquier titulación de la Universidad San Jorge podían participar en el estudio, sin criterios adicionales de inclusión o exclusión. El estudio se dio a conocer inicialmente

a los estudiantes a través de boletines institucionales, carteles y las páginas de medios sociales de la universidad a lo largo de diciembre de 2022. En segundo lugar, entre enero y marzo de 2023, se informó a los estudiantes aula por aula. Por último, los alumnos interesados en participar podían hacerlo a través de una encuesta online (Microsoft Forms con acceso mediante código QR), que estuvo accesible hasta el 31 de marzo de 2023. Antes de iniciar el cuestionario, los participantes debían leer un texto explicativo en el que se exponían las características del proyecto de investigación, incluidos los objetivos, los posibles riesgos y beneficios, el tratamiento anónimo de sus datos y sus derechos como participantes. Además, se requirió el consentimiento informado de cada estudiante antes de iniciar la encuesta.

De una población matriculada elegible de 3882 alumnos, 544 dieron su consentimiento para participar en este estudio y cumplieron los cuestionarios solicitados (tasa de respuesta 14,0%). De los 544 cuestionarios recibidos, 34 fueron considerados no válidos (ausencia generalizada de datos o datos manifiestamente irreales) y por tanto se excluyeron del análisis (tasa de rechazo 6,2%).

3.3. VARIABLES Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS

El cuestionario online de recogida de datos se compuso de tres secciones diferenciadas. En la primera sección, elaborada “ad hoc”, los participantes reportaron información sobre su edad, sexo (varón o mujer), residencia (sólo, con compañeros/pareja, con padres/familiares), situación laboral (sin empleo, empleo a tiempo parcial, empleo a tiempo completo), nivel económico percibido (muy bajo/bajo, medio, alto/muy alto) y curso académico.

En la segunda sección, se evaluó el tiempo dedicado a los dispositivos de pantalla y la actividad física. El tiempo de pantalla se evaluó a través de la pregunta: “En un día normal, ¿Cuánto tiempo dedicas a la utilización de dispositivos de pantalla (Smartphone, Tablet, ordenador, televisión, etc)?”. En base a las respuestas a esta pregunta, se categorizó a los participantes en 3 grupos por tiempo de uso (<3 horas/día, 3-6 horas/día, >6 horas/día).

La actividad física fue evaluada mediante el International Physical Activity Questionnaire-Short form (IPAQ-SF). IPAQ-SF se basa en el autorreporte y recoge información acerca de la intensidad, frecuencia y duración de la actividad física desarrollada en los últimos 7 días. Este cuestionario aporta información tanto cuantitativa como cualitativa de la actividad física realizada. En el análisis cuantitativo, la unidad de medida es el metabolic equivalent of task (MET) por semana. Siendo 1 MET el consumo energético derivado del nivel metabólico de reposo. De esta forma, se estimaron los METs/semana de actividad física moderada, actividad física vigorosa y caminar, multiplicando los días del tipo de actividad por los minutos diarios de esa actividad y por el gasto metabólico derivado de cada intensidad (8 METs para la actividad física vigorosa, 4 METs para la moderada y 3,3 METs para caminar). La actividad física total (en METs/semana) responde a la suma de las tres categorías anteriores.

Desde el punto de vista cualitativo, el protocolo oficial de interpretación de la herramienta permite clasificar a la población en 3 niveles de actividad (baja, moderada, alta) (The IPAQ group, s. f.). IPAQ-SF ha sido validado para población universitaria española mostrando una satisfactoria correlación ($r=0,69$) con el acelerómetro (Rodríguez-Muñoz et al., 2017).

En la tercera sección, se evaluó la salud mental de los participantes a través de la escala HADS (Zigmond & Snaith, 1983). Se trata de una herramienta, en origen, ideada para población clínica e institucionalizada. Sin embargo, en la actualidad, es de uso y utilidad demostrados en el contexto epidemiológico y comunitario. HADS se divide en dos subescalas de 7 ítems: HADS-A (Ansiedad) y HADS-D (Depresión). Cada ítem se califica en una escala Likert de 4 puntos (0 = nada a 3 = casi todo el tiempo). De esta forma, la puntuación global en cada subescala oscila entre 0 y 21. En este estudio, se consideró posible depresión a los participantes con puntuaciones entre 8 y 10 puntos, y probable depresión a aquellos con puntuaciones iguales o superiores a 11 puntos en las respectivas subescalas. Los mismos umbrales numéricos fueron considerados para la categorización de posible ansiedad y probable ansiedad (Martínez-Gestoso et al., 2022). Cabe señalar que este

instrumento ha mostrado unas adecuadas propiedades para el despistaje de los síntomas de ansiedad y depresión en sus estudios de validación en población española (Herrero et al., 2003; Quintana et al., 2003).

3.4. ANÁLISIS DE DATOS

El análisis descriptivo de las características de la muestra se presenta a través de la media y la desviación estándar para las variables cuantitativas y la frecuencia y frecuencia relativa (porcentaje) para las variables categóricas. La hipótesis de normalidad se testó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov observándose que ni el tiempo de pantalla, ni la actividad física (medida en METs), ni las puntuaciones de las subescalas HADS-A y HADS-D seguían una distribución paramétrica.

La comparación por género de los patrones de actividad física y de tiempo de pantalla se realizaron mediante los tests U Mann-Whitney para las variables cuantitativas y chi-cuadrado para las categóricas. Estos mismos estadísticos se utilizaron para evaluar diferencias en la presencia e intensidad de los rasgos de ansiedad y depresión en función del género.

Por último, se llevó a cabo un análisis de correlación bivariada (Spearman) para evaluar la asociación entre la actividad física, el tiempo de pantalla y las puntuaciones en las subescalas HADS-A y HADS-D. Todos los cálculos se realizaron con el Statistical Package for the Social Science (SPSS) Versión 29.0, aceptándose como estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$.

3.5. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Con anterioridad a la puesta en marcha de la investigación se recabó la autorización del Comité de ética de Investigación de la Universidad San Jorge. Los participantes fueron informados de las características y naturaleza del estudio y firmaron un documento de consentimiento informado. En todo momento se respetaron los principios éticos para la investigación recogidos en la Declaración de Helsinki y sus actualizaciones. Del mismo modo, todos los datos recogidos se trataron de acuerdo con la legislación española sobre protección de datos personales.

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Un total de 510 estudiantes universitarios conformaron la muestra final del estudio. La edad media de las participantes fue de 21,8 años, siendo el sexo femenino fue predominante (62,4%). La mitad estaban matriculados en 2º o 3er curso de sus respectivas titulaciones (50,0%), vivía en el hogar familiar (57,5%), percibía su nivel económico como medio (82,9%) y no poseía trabajo remunerado alguno (76,1%) (Tabla 1).

TABLA 1. *Características de los participantes (n=510).*

Variable		Total (n=510)
Edad (media±DE)		21,8±4,8
Sexo	Varón	192 (37,6%)
	Mujer	318 (62,4%)
Residencia	Vive sólo	53 (10,4%)
	Vive con compañeros/pareja	164 (32,2%)
	Vive con padres/familiares	293 (57,5%)
Curso académico	1er curso	132 (25,9%)
	Cursos intermedios	255 (50,0%)
	Último curso	123 (24,1%)
Nivel económico percibido	Muy bajo/bajo	59 (11,6%)
	Medio	423 (82,9%)
	Alto/Muy alto	28 (5,5%)
Situación laboral	Sin trabajo remunerado	388 (76,1%)
	Trabajo a jornada completa	23 (4,5%)
	Trabajo a jornada parcial	99 (19,4%)

4.2. ACTIVIDAD FÍSICA Y TIEMPO DE PANTALLA

El tiempo delante de la pantalla fue elevado, con un promedio diario de 5,7±1,8 horas. Además, una mayoría amplia de los participantes (69,3%) refirió tiempos de dedicación superiores a las 3 horas al día. Casi la mitad de los participantes (48,4%) evidenció una baja actividad física y sólo un 25,5% alta. Por géneros, los varones mostraron una menor tendencia a la utilización de dispositivos de pantalla y una mayor disposición a la práctica de actividad física, tal y como evidencia su

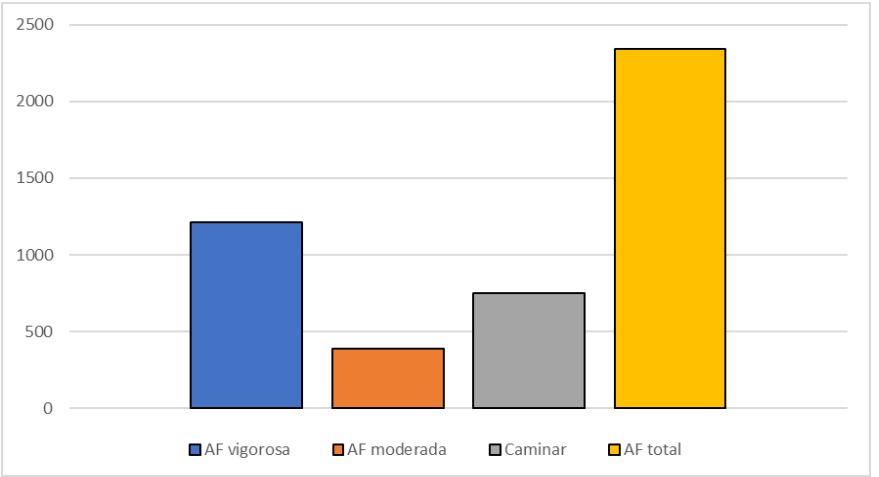
mayor gasto metabólico semanal y la mayor proporción de varones practicantes de actividad física de intensidades moderada y alta ($p<0,05$) (Tabla 2).

TABLA 2. *Actividad física y tiempo de pantalla de la muestra(n=510).*

Variable	Total (n=510)	Mujeres (n=318)	Hombres (n=192)	p
Tiempo de pantalla				
Horas al día (media±DE)	5,7±1,8	6,0±1,7	5,3±1,4	<0,01
<3 horas/día	157 (30,7%)	77 (24,2%)	80 (41,7%)	<0,01
3-6 horas/día	293 (57,5%)	192 (60,4%)	101 (52,6%)	
>6 horas/día	60 (11,8%)	49 (15,4%)	11 (5,7%)	
Actividad física				
METs-semana (media±DE)	2344,9±2009,4	2022,4±1649,6	2879,1±2404,9	<0,01
Baja actividad física	247 (48,4%)	178 (56,0%)	69 (35,9%)	<0,01
Moderada actividad física	133 (26,1%)	76 (23,9%)	57 (29,7%)	
Alta actividad física	130 (25,5%)	64 (20,1%)	66 (34,4%)	

El tipo de actividad física que en mayor medida contribuyó al gasto metabólico fue la actividad física vigorosa (Figura 1). Si bien, se observó una altísima variabilidad entre los participantes.

FIGURA 1. *Intensidad de la actividad física (METs/semana)*



Por un lado, había estudiantes muy activos con rutinas deportivas de muy alta intensidad que impulsaban la variable actividad física vigorosa, pero por otro, también hubo multitud de estudiantes que se limitaban a pequeños tiempos dedicados a caminar, y que evitaban actividades de mayor intensidad.

4.3. RASGOS DE ANSIEDAD Y DEPRESIÓN

Las puntuaciones medias en las subescalas HADS-D y HADS-A se situaron en $4,19 \pm 2,65$ y $8,19 \pm 3,13$, respectivamente. Solamente el 48,0% de los participantes carecía de síntomas compatibles con la ansiedad, confirmándose sintomatología ansiosa hasta en un 18,2% de los participantes. En lo relativo a la depresión un 86,5% de los participantes no mostró rasgos depresivos, mientras que sólo un 2,4% evidenció una clínica compatible con la depresión. Por géneros, las mujeres presentaron puntuaciones superiores en síntomas de ansiedad y los hombres en los síntomas de depresión ($p < 0,01$). Si bien la probabilidad de encontrar clínica severa de depresión fue levemente superior en el grupo de las mujeres (Tabla 3).

TABLA 3. *Síntomas de ansiedad y depresión en la muestra (n=510).*

Variable	Total (n=510)	Mujeres (n=318)	Hombres (n=192)	p
Puntaje HADS-A (media $\pm$ DE)	8,19 $\pm$ 3,13	8,28 $\pm$ 3,36	8,03 $\pm$ 2,72	0,729
No ansiedad	245 (48,0%)	153 (48,1%)	92 (47,9%)	<0,01
Posible ansiedad	172 (33,7%)	83 (26,1%)	89 (46,4%)	
Ansiedad	93 (18,2%)	82 (25,8%)	11 (5,7%)	
Puntaje HADS-D (media $\pm$ DE)	4,19 $\pm$ 2,65	4,05 $\pm$ 2,85	4,44 $\pm$ 2,25	<0,01
No depresión	441 (86,5%)	285 (89,6%)	156 (81,3%)	<0,01
Posible depresión	57 (11,2%)	23 (7,2%)	34 (17,7%)	
Depresión	12 (2,4%)	10 (3,2%)	2 (1,0%)	

4.4. ASOCIACIÓN ENTRE ACTIVIDAD FÍSICA, TIEMPO DE PANTALLA Y SALUD PSICOLÓGICA

El análisis de correlación bivariada dirigido a evaluar la asociación entre la actividad física, el tiempo de pantalla y la sintomatología psicológica demostró la actividad física se relaciona de forma inversa con los rasgos de ansiedad y depresión ($p<0,01$). Por el contrario, el tiempo dedicado a las pantallas no predice la aparición de estos síntomas (Tabla 4).

TABLA 4. *Correlaciones bivariadas entre actividad física (METs/semana) y puntuación en las subescalas HADS-A y HADS-D*

		Puntuación HADS-A	Puntuación HADS-D
Tiempo de pantalla (horas día)	Rho de Spearman	0,063	-0,051
	Sig. (bilateral)	0,153	0,249
A. Física Total (METs/semana)	Rho de Spearman	-0,125	-0,231
	Sig. (bilateral)	<0,01	<0,01

La correlación entre las puntuaciones de las subescalas HADS-A y HADS-D fue estadísticamente significativa ($\rho=0,320$; $p<0,01$. Datos no disponibles en Tabla 4).

5. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia de rasgos de ansiedad y depresión en una muestra de universitarios españoles, así como la asociación de éstos con el tiempo de pantalla y la actividad física desarrollada. Se ha detectado una alta proporción de estudiantes con un bajo nivel de actividad física (48,4%), y unos tiempos de pantalla prolongados (69,3% de los participantes reportó una dedicación habitualmente de más de tres horas al día). Estas cifras se asemejan a las obtenidas previamente en otras muestras de universitarios españoles en los últimos años (Carballo-Fazanes et al., 2020; Ramón-Arbués et al., 2021). Cabe reseñar que la actividad física se asoció de forma inversa y significativa con la sintomatología de depresión y ansiedad. Esta es una relación ya reportada con anterioridad en poblaciones diversas no universitarias (Sampasa-Kanyinga et al., 2020). La actividad física se

relaciona con menores tasas y gravedad de la depresión y la ansiedad en adultos. En los estudios que abordan la depresión, un informe estima que podría prevenirse el 12% de los casos futuros a través de la práctica de actividad física (Harvey et al., 2018). En cuanto a la ansiedad, la probabilidad de sufrir síntomas significativos de ansiedad ($OR=0,87$; $IC\ 95\%=0,77$; $0,98$), trastorno de ansiedad ($OR=0,66$; $IC\ 95\%=0,53$; $0,82$; $n=3$) y trastorno de ansiedad generalizada ($OR=0,54$; $IC\ 95\%=0,32$; $0,91$) se reduce tras la exposición a la actividad física (McDowell et al., 2019). La evidencia disponible sugiere tres mecanismos por los que la actividad física puede impactar sobre la salud mental de las personas. Desde el punto de vista neurobiológico, la actividad física libera endorfinas que mejoran el estado de ánimo. Además, parece tener efectos positivos sobre la estructura cerebral y la neuroplasticidad (Singh et al., 2023). A nivel inflamatorio la actividad física reduce los niveles de citoquinas proinflamatorias y la regulación de los ciclos de sueño-vigilia (a través de la modulación del ritmo circadiano). Estos aspectos podrían aliviar los síntomas depresivos (Martín-Rodríguez et al., 2024). Por último, desde el punto de vista psicológico y social, la actividad física podría mejorar la salud psicológica a través de un aumento de la autoeficacia, una mejora de la imagen corporal, un incremento de la interacción social y facilitando una mejor gestión del estrés que reducen los patrones de pensamiento negativos y contrarrestan el aislamiento (Patterson et al., 2022; Silva et al., 2021).

En nuestra muestra, el tiempo de pantalla no se asoció con la intensidad de los síntomas ansiosos o depresivos. Este resultado contrasta y diverge con los obtenidos en algunos estudios anteriores. En ellos el uso excesivo de las nuevas tecnologías basadas en la pantalla (redes sociales, smartphone, tablets, etc), y su estilo de vida sedentario asociado, han sido relacionados con el distrés psicológico, especialmente en población joven (Hoare et al., 2016; Hrafnkelsdottir et al., 2018). El tiempo dedicado a las pantallas es una variable de interés en la actualidad ya que arroja dos tipos información. Por un lado, información relativa al uso excesivo o sobreuso de las nuevas tecnologías; por el otro, es una medida indirecta de la presencia de un patrón de vida sedentario de las personas.

Un metaanálisis reciente publicado en el año 2022, que contó con una muestra agregada de más de 100.000 sujetos, determinó una prevalencia de síntomas de ansiedad y depresión entre estudiantes universitarios del 39% y del 33,6%, respectivamente (Li et al., 2022). La discusión de estos valores con los obtenidos en estudios transversales, como el que aquí se presenta, debe ser cautelosa dada la heterogeneidad de contextos culturales, sociales y económicos analizados y la variedad en la utilización de herramientas diagnósticas. En todo caso, son cifras mayores a las observadas en nuestra muestra de estudiantes en la que aproximadamente un 20% de los participantes evidenció algún tipo de sintomatología psicológica, con una mayor prevalencia de síntomas ansiosos (18,2%) que depresivos (2,4%).

Varios estudios han analizado anteriormente la prevalencia de síntomas de ansiedad y depresión en estudiantes universitarios españoles con resultados diversos. Blanco et al. (Blanco et al., 2021) observaron que el 18,1% y el 22,8% de sus participantes presentaban niveles graves o muy graves de depresión y ansiedad, respectivamente. En 2020, Ramón-Arbués et al. (Ramón-Arbués et al., 2020) detectaron prevalencias de síntomas de depresión en el 18,4% de los universitarios y de ansiedad en el 23,6%. Si bien, es necesario señalar que el grueso de la literatura más actual publicada sobre el tema se circunscribe a la época peri-pandémica del COVID-19 (confinamiento y efectos sobre la salud mental de los universitarios de la pandemia COVID-19). Este estudio determina la sintomatología psicológica en un momento posterior a la pandemia mucho después de la eliminación en España de todas las restricciones. Un estudio recientemente publicado (2025) reporta unas prevalencias de ansiedad severa y depresión severa del 12,9% y del 7,2%, respectivamente (Alfaro-González et al., 2025).

Esta investigación posee algunas limitaciones que es necesario señalar. En primer lugar, la muestra fue extraída en su totalidad de una sola localización, en la provincia de Zaragoza (Aragón). Esta circunstancia podría limitar la validez externa del estudio y, en todo caso, obliga a ser cauteloso a la hora de extrapolar los resultados a la población global de universitarios españoles. No obstante, en lo referente a esta limitación cabe señalar que los perfiles de género y edad de los participantes de

este estudio concuerdan con el perfil de estudiante universitario español en términos de género y edad. En segundo lugar, la evaluación de la actividad física se realizó mediante un cuestionario subjetivo basado en el autorreporte de los últimos siete días. El IPAQ-SF es una herramienta muy utilizada en estudios epidemiológicos y particularmente en estudios en población universitaria, además, ha mostrado anteriormente una buena correlación con instrumentos objetivos de medida (Bortolozo et al., 2017). No obstante, se trata de una herramienta basada en el recuerdo del participante y, por ello, no debe descartarse cierto sesgo de memoria para esta variable. En tercer lugar, el diseño descriptivo transversal de esta investigación es útil para el establecimiento de asociaciones y la generación de hipótesis, pero no permite definir relaciones de causalidad. De esta forma, creemos que nuevas investigaciones con un diseño longitudinal prospectivo y una evaluación objetiva de la actividad física podrían proporcionar una mejor base para entender las relaciones observadas en este estudio, especialmente respecto a cómo la actividad física desarrollada por los estudiantes puede afectar a su salud psicológica y, en sentido opuesto, cómo los problemas de la salud psicológica pueden alterar los patrones de actividad física viceversa. Pese a todas estas limitaciones, varios elementos nos hacen creer que nuestros resultados son relevantes y útiles, pudiendo servir como punto de inicio de futuras estrategias promotoras de la salud mental en el contexto universitario. El tamaño de nuestra muestra, el uso de procedimientos sistematizados de recogida y análisis de datos tanto para el estudio de la sintomatología psicológica como para la determinación de conductas relacionadas con la salud (actividad física y tiempo de pantalla), y la plausibilidad de los resultados obtenidos avalan este argumento.

Según nuestro conocimiento este es el primer estudio en el ámbito español que analiza los síntomas de depresión y ansiedad, y su asociación con la actividad física y el tiempo de pantalla en una amplia muestra de estudiantes universitarios españoles. Los resultados obtenidos en esta investigación reportan unas prevalencias significativas de ansiedad y depresión, así como conductas sedentarias y carentes de actividad física, que demandan la atención de los responsables de la formulación de políticas de salud y las autoridades universitarias. En el ámbito

académico, se recomienda la ejecución de nuevas estrategias de monitorización y promoción de la salud mental y las conductas relacionadas con la salud. En la actualidad, los estudiantes pueden acceder a determinados servicios de apoyo, como los de tutorización o asesoramiento estudiantil. Sin embargo, no se trata de servicios específicos para la gestión de la salud mental de los estudiantes ni sostienen su actividad en la evidencia científica. En este sentido, han sido señaladas con anterioridad algunas estrategias capaces de proteger la salud mental de los estudiantes universitarios. Por ejemplo, el asesoramiento grupal basado en la terapia cognitivo-conductual podría reducir los síntomas depresivos, los pensamientos automáticos y aumentar el afrontamiento eficaz del estrés (Demir & Ercan, 2022). Igualmente, las intervenciones basadas en el mindfulness pueden reducir significativamente las emociones negativas de los estudiantes, ayudándoles a gestionar su estrés y ansiedad (Chen et al., 2021). Otra opción recomendada es la integración de la actividad física en la vida cotidiana del Campus universitario. Se han descrito iniciativas tanto presenciales como virtuales (Alsaleh, 2023) de promoción de la actividad física que han favorecido el bienestar emocional de los estudiantes universitarios.

6. CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación evidencian una significativa prevalencia de síntomas de depresión y ansiedad en estudiantes universitarios españoles. Además, una proporción importante de ellos desarrolla una baja actividad física que se muestra como un factor inversamente asociado a estos síntomas. Es decir, a mayor gasto metabólico derivado de la actividad física desarrollada menor sintomatología de ansiedad y depresión. Estos hallazgos auguran para esta población problemas significativos de salud a medio y largo plazo derivados, tanto de la falta de bienestar psicológico como de la baja actividad física y adherencia a estilos de vida sedentarios. Este pronóstico subraya la importancia de instaurar nuevas estrategias promotoras de la salud y el bienestar mental en el entorno universitario. La incorporación de intervenciones cognitivo-conductuales, prácticas de mindfulness y protocolos adaptados de actividad física en el ámbito universitario pueden

proporcionar a los estudiantes herramientas útiles para fomentar la resiliencia, gestionar el estrés psicológico, aumentar la actividad física y disminuir los comportamientos sedentarios.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin todos los estudiantes universitarios que, de forma desinteresada, participaron en esta investigación. Tampoco sin la colaboración de todos los integrantes de los grupos de investigación GAIAS y SAPIENF (Ref. B53_23R) adscritos a la Universidad San Jorge y Universidad de Zaragoza, respectivamente. Gracias a todos ellos.

8. REFERENCIAS

- Alfaro-González, S., Garrido-Miguel, M., Pascual-Morena, C., Pozuelo-Carrascosa, D. P., Fernández-Rodríguez, R., Martínez-Hortelano, J. A., Mesas, A. E., & Martínez-Vizcaíno, V. (2025). The Association Between Adherence to the Mediterranean Diet and Depression and Anxiety Symptoms in University Students: The Mediating Role of Lean Mass and the Muscle Strength Index. *Nutrients*, 17(2), 346. <https://doi.org/10.3390/nu17020346>
- Alsaleh, E. (2023). Is a combination of individual consultations, text message reminders and interaction with a Facebook page more effective than educational sessions for encouraging university students to increase their physical activity levels? *Frontiers in Public Health*, 11, 1098953. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1098953>
- Barili, E., Grembi, V., & Rosso, A. C. (2023). Mental health between present issues and future expectations. *Health Policy (Amsterdam, Netherlands)*, 128, 42-48. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2022.11.010>
- Blanco, V., Salmerón, M., Otero, P., & Vázquez, F. L. (2021). Symptoms of Depression, Anxiety, and Stress and Prevalence of Major Depression and Its Predictors in Female University Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5845. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115845>
- Carballo-Fazanes, A., Rico-Díaz, J., Barcala-Furelos, R., Rey, E., Rodríguez-Fernández, J. E., Varela-Casal, C., & Abelairas-Gómez, C. (2020). Physical Activity Habits and Determinants, Sedentary Behaviour and Lifestyle in University Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(9), E3272. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093272>

- Chen, X., Zhang, B., Jin, S.-X., Quan, Y.-X., Zhang, X.-W., & Cui, X.-S. (2021). The effects of mindfulness-based interventions on nursing students: A meta-analysis. *Nurse Education Today*, 98, 104718. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2020.104718>
- Demir, S., & Ercan, F. (2022). The effectiveness of cognitive behavioral therapy-based group counseling on depressive symptomatology, anxiety levels, automatic thoughts, and coping ways Turkish nursing students: A randomized controlled trial. *Perspectives in Psychiatric Care*. <https://doi.org/10.1111/ppc.13073>
- Dessauvagine, A. S., Dang, H.-M., Nguyen, T. A. T., & Groen, G. (2022). Mental Health of University Students in Southeastern Asia: A Systematic Review. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 34(2-3), 172-181. <https://doi.org/10.1177/10105395211055545>
- Estrella-Proañó, A., Rivadeneira, M. F., Alvarado, J., Murtagh, M., Guijarro, S., Alomoto, L., & Cañarejo, G. (2024). Anxiety and depression in first-year university students: The role of family and social support. *Frontiers in Psychology*, 15, 1462948. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1462948>
- Farhadian, N., Moradi, A., Nami, M., Kazemi, K., Ghadami, M. R., Ahmadi, A., Mohammadi, R., Talebi, M. N., Chakrabarti, P., Kateb, B., & Khazaie, H. (2022). The nexus between sleep disturbances and mental health outcomes in military staff: A systematic review. *Sleep Science (Sao Paulo, Brazil)*, 15(3), 356-362. <https://doi.org/10.5935/1984-0063.20220063>
- GBD 2017 DALYs and HALE Collaborators. (2018). Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 359 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990-2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet (London, England)*, 392(10159), 1859-1922. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32335-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32335-3)
- Harrer, M., Adam, S. H., Baumeister, H., Cuijpers, P., Karyotaki, E., Auerbach, R. P., Kessler, R. C., Bruffaerts, R., Berking, M., & Ebert, D. D. (2019). Internet interventions for mental health in university students: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, 28(2), e1759. <https://doi.org/10.1002/mpr.1759>
- Harvey, S. B., Øverland, S., Hatch, S. L., Wessely, S., Mykletun, A., & Hotopf, M. (2018). Exercise and the Prevention of Depression: Results of the HUNT Cohort Study. *The American Journal of Psychiatry*, 175(1), 28-36. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2017.16111223>
- Herrero, M. J., Blanch, J., Peri, J. M., De Pablo, J., Pintor, L., & Bulbena, A. (2003). A validation study of the hospital anxiety and depression scale (HADS) in a Spanish population. *General Hospital Psychiatry*, 25(4), 277-283. [https://doi.org/10.1016/s0163-8343\(03\)00043-4](https://doi.org/10.1016/s0163-8343(03)00043-4)

- Hoare, E., Milton, K., Foster, C., & Allender, S. (2016). The associations between sedentary behaviour and mental health among adolescents: A systematic review. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13(1), 108. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0432-4>
- Hrafnkelsdottir, S. M., Brychta, R. J., Rognvaldsdottir, V., Gestsdottir, S., Chen, K. Y., Johannsson, E., Guðmundsdottir, S. L., & Arngrimsson, S. A. (2018). Less screen time and more frequent vigorous physical activity is associated with lower risk of reporting negative mental health symptoms among Icelandic adolescents. *PloS One*, 13(4), e0196286. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196286>
- IPAQ scoring protocol—International Physical Activity Questionnaire. (s. f.). Recuperado 21 de enero de 2023, de <https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>
- Kavvadas, D., Kavvada, A., Karachrysafi, S., Papaliagkas, V., Chatzidimitriou, M., & Papamitsou, T. (2023). Stress, Anxiety, and Depression Levels among University Students: Three Years from the Beginning of the Pandemic. *Clinics and Practice*, 13(3), 596-609. <https://doi.org/10.3390/clinpract13030054>
- Lee, B., Krishan, P., Goodwin, L., Iduye, D., de los Godos, E. F., Fryer, J., Gallagher, K., Hair, K., O'Connell, E., Ogarrio, K., King, T., Sarica, S., Scott, E., Li, X., Song, P., Dozier, M., McSwiggan, E., Stojanovski, K., Theodoratou, E., & McQuillan, R. (2023). Impact of COVID-19 mitigations on anxiety and depression amongst university students: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Global Health*, 13, 06035. <https://doi.org/10.7189/jogh.13.06035>
- Lei, X., Liu, C., & Jiang, H. (2021). Mental health of college students and associated factors in Hubei of China. *PloS One*, 16(7), e0254183. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254183>
- Li, W., Zhao, Z., Chen, D., Peng, Y., & Lu, Z. (2022). Prevalence and associated factors of depression and anxiety symptoms among college students: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*. <https://doi.org/10.1111/jcpp.13606>
- Mahindru, A., Patil, P., & Agrawal, V. (2023). Role of Physical Activity on Mental Health and Well-Being: A Review. *Cureus*, 15(1), e33475. <https://doi.org/10.7759/cureus.33475>
- Malebari, A. M., Alamoudi, S. O., Al-Alawi, T. I., Alkhateeb, A. A., Albuqayli, A. S., & Alothmany, H. N. (2024). Prevalence of depression and anxiety among university students in Jeddah, Saudi Arabia: Exploring sociodemographic and associated factors. *Frontiers in Public Health*, 12, 1441695. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1441695>

- Martínez-Gestoso, S., García-Sanz, M.-T., Carreira, J.-M., Salgado, F.-J., Calvo-Álvarez, U., Doval-Oubiña, L., Camba-Matos, S., Peleteiro-Pedraza, L., González-Pérez, M.-A., Penela-Penela, P., Vilas-Iglesias, A., & González-Barcala, F.-J. (2022). Impact of anxiety and depression on the prognosis of copd exacerbations. *BMC Pulmonary Medicine*, 22(1), 169. <https://doi.org/10.1186/s12890-022-01934-y>
- Martín-Rodríguez, A., Gostian-Ropotin, L. A., Beltrán-Velasco, A. I., Belando-Pedreño, N., Simón, J. A., López-Mora, C., Navarro-Jiménez, E., Tornero-Aguilera, J. F., & Clemente-Suárez, V. J. (2024). Sporting Mind: The Interplay of Physical Activity and Psychological Health. *Sports*, 12(1), 37. <https://doi.org/10.3390/sports12010037>
- McDowell, C. P., Dishman, R. K., Gordon, B. R., & Herring, M. P. (2019). Physical Activity and Anxiety: A Systematic Review and Meta-analysis of Prospective Cohort Studies. *American Journal of Preventive Medicine*, 57(4), 545-556. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2019.05.012>
- McGrath, J. J., Lim, C. C. W., Plana-Ripoll, O., Holtz, Y., Agerbo, E., Momen, N. C., Mortensen, P. B., Pedersen, C. B., Abdulmalik, J., Aguilar-Gaxiola, S., Al-Hamzawi, A., Alonso, J., Bromet, E. J., Bruffaerts, R., Bunting, B., de Almeida, J. M. C., de Girolamo, G., De Vries, Y. A., Florescu, S., ... de Jonge, P. (2020). Comorbidity within mental disorders: A comprehensive analysis based on 145 990 survey respondents from 27 countries. *Epidemiology and Psychiatric Sciences*, 29, e153. <https://doi.org/10.1017/S2045796020000633>
- Mendez-Pinto, I., Antuña-Casal, M., & Mosteiro-Díaz, M.-P. (2023). Psychological disorders among Spanish Nursing students three months after COVID-19 lockdown: A cross-sectional study. *International Journal of Mental Health Nursing*, 32(2), 479-489. <https://doi.org/10.1111/inm.13086>
- Nagata, J. M., Al-Shoaibi, A. A. A., Leong, A. W., Zamora, G., Testa, A., Ganson, K. T., & Baker, F. C. (2024). Screen time and mental health: A prospective analysis of the Adolescent Brain Cognitive Development (ABCD) Study. *BMC Public Health*, 24(1), 2686. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-20102-x>
- Nakshine, V. S., Thute, P., Khatib, M. N., & Sarkar, B. (2022). Increased Screen Time as a Cause of Declining Physical, Psychological Health, and Sleep Patterns: A Literary Review. *Cureus*, 14(10), e30051. <https://doi.org/10.7759/cureus.30051>
- Oliveros, B., Agulló-Tomás, E., & Márquez-Álvarez, L.-J. (2022). Risk and Protective Factors of Mental Health Conditions: Impact of Employment, Deprivation and Social Relationships. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(11), 6781. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116781>

- Patterson, M., McDonough, M. H., Hewson, J., Culos-Reed, S. N., & Bennett, E. (2022). Social Support and Body Image in Group Physical Activity Programs for Older Women. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 44(5), 335-343. <https://doi.org/10.1123/jsep.2021-0237>
- Pearce, E., Birken, M., Pais, S., Tamworth, M., Ng, Y., Wang, J., Chipp, B., Crane, E., Schlief, M., Yang, J., Stamos, A., Cheng, L. K., Condon, M., Lloyd-Evans, B., Kirkbride, J. B., Osborn, D., Pitman, A., & Johnson, S. (2023). Associations between constructs related to social relationships and mental health conditions and symptoms: An umbrella review. *BMC Psychiatry*, 23(1), 652. <https://doi.org/10.1186/s12888-023-05069-0>
- Quintana, J. M., Padierna, A., Esteban, C., Arostegui, I., Bilbao, A., & Ruiz, I. (2003). Evaluation of the psychometric characteristics of the Spanish version of the Hospital Anxiety and Depression Scale. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 107(3), 216-221. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0447.2003.00062.x>
- Ramón-Arbués, E., Gea-Caballero, V., Granada-López, J. M., Juárez-Vela, R., Pellicer-García, B., & Antón-Solanas, I. (2020). The Prevalence of Depression, Anxiety and Stress and Their Associated Factors in College Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19), E7001. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197001>
- Ramón-Arbués, E., Granada-López, J. M., Martínez-Abadía, B., Echániz-Serrano, E., Antón-Solanas, I., & Nash, M. (2021). Prevalence and Factors Associated with Problematic Internet Use in a Population of Spanish University Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(14), 7620. <https://doi.org/10.3390/ijerph18147620>
- Rodríguez-Muñoz, S., Corella, C., Abarca-Sos, A., & Zaragoza, J. (2017). Validation of three short physical activity questionnaires with accelerometers among university students in Spain. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(12), 1660-1668. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.06665-8>
- Sampasa-Kanyinga, H., Colman, I., Goldfield, G. S., Janssen, I., Wang, J., Podinic, I., Tremblay, M. S., Saunders, T. J., Sampson, M., & Chaput, J.-P. (2020). Combinations of physical activity, sedentary time, and sleep duration and their associations with depressive symptoms and other mental health problems in children and adolescents: A systematic review. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), 72. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-00976-x>
- Silva, E. C. da C., Barbosa, A. O., Silva, J. M. da P. F., & de Farias Júnior, J. C. (2021). Are Self-Efficacy and Perceived Environmental Characteristics Determinants of Decline in Physical Activity Time? *Journal of Physical Activity & Health*, 18(9), 1097-1104. <https://doi.org/10.1123/jpah.2020-0274>

- Singh, B., Olds, T., Curtis, R., Dumuid, D., Virgara, R., Watson, A., Szeto, K., O'Connor, E., Ferguson, T., Eglitis, E., Miatke, A., Simpson, C. E., & Maher, C. (2023). Effectiveness of physical activity interventions for improving depression, anxiety and distress: An overview of systematic reviews. *British Journal of Sports Medicine*, 57(18), 1203-1209.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106195>
- The IPAQ group. (s. f.). IPAQ scoring protocol—International Physical Activity Questionnaire. Recuperado 22 de agosto de 2022, de <https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>
- Yuen, K. M., Strang, A., & Sullivan, S. S. (2022). Youth, mental health, and sleep. *Journal of Clinical Sleep Medicine: JCSM: Official Publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 18(8), 2087-2088.
<https://doi.org/10.5664/jcsm.10104>
- Zigmond, A. S., & Snaith, R. P. (1983). The Hospital Anxiety and Depression Scale. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 67(6), 361-370.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.1983.tb09716.x>
- Zweifel, P. (2021). Mental health: The burden of social stigma. *The International Journal of Health Planning and Management*, 36(3), 813-825.
<https://doi.org/10.1002/hpm.3122>

REPERCUSIONES DEL GÉNERO Y LA PRÁCTICA DEPORTIVA EN LOS PARÁMETROS DEL SUEÑO EN DEPORTISTAS UNIVERSITARIOS

FREDERICO CAMAROTTI JÚNIOR

*Programa de Posgrado em Educação Física
de la Universidad Federal de Pernambuco, Brasil*

PEDRO PINHEIRO PAES

*Programa de Posgrado em Educação Física
de la Universidad Federal de Pernambuco, Brasil*

JOSÉ MANUEL DELFA DE LA MORENA

*Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional,
Rehabilitación y Medicina Física de la Universidad Rey Juan Carlos, España*

1. INTRODUCCIÓN

La adolescencia representa un período único y decisivo en la trayectoria del desarrollo humano, situado entre la infancia y la edad adulta, marcado por una sucesión de profundas transformaciones, que abarcan dimensiones físicas, psicológicas, fisiológicas y sociales que moldean de forma significativa la constitución del sujeto (Crowley et al., 2018). Para el joven deportista universitario, estos cambios se hacen aún más complejos, ya que coinciden con la entrada en entornos académicos y deportivos más exigentes, en los que el cuerpo y la mente se ven continuamente desafiados.

En esta etapa de la vida, se produce una aceleración del crecimiento físico, acompañada de un intenso proceso de maduración sexual, remodelación hormonal y cambios significativos en los patrones de sueño y ritmos circadianos, que a menudo entran en conflicto con las rutinas impuestas por el contexto universitario y las exigencias del entrenamiento deportivo (Lloyd et al., 2014). Al mismo tiempo, se produce una reorganización de las estructuras cognitivas y afectivas, con

implicaciones directas en la forma en que los jóvenes se perciben a sí mismos, se relacionan con los demás y afrontan la presión por los resultados, ya sea en el ámbito académico o en el deportivo (Crowley et al., 2018).

Además, hay una intensa reconstrucción de la identidad y una búsqueda constante de pertenencia, autonomía y reconocimiento. Estos aspectos se reflejan en elecciones y comportamientos, entre ellos la práctica o no de deportes (Ghrouz et al., 2019). En el caso de los deportistas universitarios, estas elecciones están aún más influenciadas por factores externos, como las expectativas de rendimiento, la competitividad y el equilibrio entre las exigencias de los estudios y los entrenamientos.

Cada experiencia intermedia, cada noche de insomnio, cada agotadora sesión de entrenamiento, cada logro o frustración contribuye a la construcción del individuo como un todo físico, emocional y social, especialmente en el contexto deportivo y académico en el que se inserta el joven atleta (Fattinger et al., 2017).

El sueño es una función biológica extremadamente importante para el mantenimiento de la homeostasis del organismo y para el correcto funcionamiento de las funciones fisiológicas y cognitivas (Irwin & Opp, 2017). Es un estado natural y recurrente, caracterizado por una reducción temporal de la conciencia y de la actividad neuromuscular voluntaria, durante el cual el organismo lleva a cabo procesos esenciales como la consolidación de la memoria, la regulación del sistema endocrino y la recuperación de los tejidos (Logan & Mcclung, 2019).

Cuando la calidad del sueño se ve comprometida, ya sea por trastornos específicos o por hábitos inadecuados, pueden surgir varios resultados negativos, incluyendo un mayor riesgo de obesidad, enfermedades cardiovasculares, cambios en el rendimiento cognitivo y académico, impactos en la salud mental y propensión a la inactividad física (Ghrouz et al., 2019; Velásquez-Meléndez et al., 2021; Wang & Bíró, 2021).

En este contexto, la actividad física emerge como un factor que influye significativamente en el sueño, siendo capaz de modular una serie de parámetros, como la percepción subjetiva de la calidad del sueño, su eficiencia, duración y latencia. La dirección de esta influencia, sin embargo,

depende de múltiples factores, como la intensidad, la frecuencia y el tiempo de práctica (Oliveira et al., 2018). La evidencia muestra que los adolescentes que participan en programas sistemáticos de ejercicio físico demuestran mayores estándares de calidad y duración del sueño en comparación con sus compañeros sedentarios (Santiago et al., 2022).

La actividad física, por definición, abarca cualquier movimiento corporal que provoque un gasto energético superior a los niveles de reposo, y puede incluir desde actividades cotidianas hasta ejercicio estructurado (Sharif et al., 2018). Sin embargo, la relación entre la actividad física y el sueño no es unidireccional. Al contrario, se trata de una interacción compleja y bidireccional en la que no solo el ejercicio influye en el sueño, sino que el propio patrón de sueño también puede repercutir en la disposición a hacer ejercicio (Ghrouz et al., 2019; Al-Rasheed & Ibrahim, 2020).

Las actividades de intensidad leve a moderada tienden a favorecer una mejora general de los indicadores del sueño, mientras que los niveles intensos y los volúmenes elevados -como los que afrontan habitualmente los deportistas- pueden contribuir a disfunciones como el insomnio y la somnolencia diurna excesiva (Santiago et al., 2022; Memon et al., 2021).

En el entorno universitario, esta relación se vuelve aún más delicada. Los estudiantes suelen estar sometidos a intensas presiones académicas, exigencias familiares y desafíos socioeconómicos que, en conjunto, perjudican los hábitos de sueño y reducen el compromiso con las prácticas corporales, favoreciendo así un estilo de vida más sedentario (Almutairi et al., 2018). Los informes de la literatura muestran que una parte significativa de la población universitaria no cumple con las recomendaciones mínimas de actividad física y sueño, lo que puede conducir a daños significativos en la salud general, el bienestar psicológico y el rendimiento académico (Macedo et al., 2019; Martins et al., 2020; Nikolic et al., 2023).

Entre los estudiantes universitarios que practican deporte con regularidad, esta situación es aún más compleja. Además de las responsabilidades escolares, estos estudiantes-deportistas se enfrentan a rigurosas rutinas de entrenamiento y competición, que pueden impactar negativamente en la duración y calidad del sueño (Leduc et al., 2020). Esta condición

puede comprometer el rendimiento físico y mental, así como aumentar el riesgo de lesiones musculoesqueléticas debido a la recuperación incompleta del cuerpo (Besedovsky et al., 2012; Leduc et al., 2020).

En este escenario, la somnolencia diurna excesiva emerge como un importante indicador de trastornos del sueño. Se trata de la dificultad para mantenerse despierto durante el día, manifestándose a menudo en episodios de siesta involuntaria, incluso ante actividades que requieren atención (Schlarb et al., 2017). La literatura sugiere que la actividad física regular puede ser una estrategia eficaz para modular tanto la calidad del sueño como los niveles de somnolencia, especialmente en poblaciones jóvenes y físicamente activas (Oliveira et al., 2018; Ghrouz et al., 2019; Rosi et al., 2020; Gonçalves et al., 2023).

A pesar del creciente cuerpo de evidencia sobre el tema, todavía hay pocos estudios que exploren, de manera integrada y comparativa, la interacción entre los patrones de actividad física y sueño entre los estudiantes universitarios y los atletas en el entorno académico. Investigaciones de esta naturaleza son esenciales para profundizar en el conocimiento de esta relación y así subsidiar la formulación de estrategias de intervención dirigidas a promover la salud, aumentar el rendimiento académico y prevenir los trastornos relacionados con el sueño en diferentes contextos educativos (Almutairi et al., 2018). En función de los hallazgos, este tipo de estudios también pueden aportar datos importantes para reevaluar las cargas de entrenamiento deportivo y la organización de los calendarios académico-deportivos.

Ante este panorama, el propósito de este capítulo es investigar en profundidad la influencia del deporte universitario en los patrones de sueño. La hipótesis es que mayores niveles de actividad física estarían asociados a mejores indicadores de calidad del sueño, ofreciendo así importantes reflexiones sobre el equilibrio entre rendimiento físico, rendimiento académico y bienestar general.

2. OBJETIVOS

Analizar cómo influyen el género y la práctica deportiva en los parámetros del sueño de los deportistas universitarios.

3. METODOLOGÍA

Este estudio se caracteriza por ser una investigación observacional, diseñada según los preceptos de un estudio transversal, con abordaje cuantitativo y enfoque descriptivo, de acuerdo con las referencias metodológicas presentadas por Thomas, Nelson y Silverman (2009). La investigación se realizó en estricto cumplimiento de los principios éticos establecidos por la Resolución 466/12 del Consejo Nacional de Salud (CNS), y fue previamente aprobada por el Comité de Ética en Investigación (CEP) vinculado al Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad Federal de Pernambuco (CCS-UFPE), bajo el dictamen número 3.492.898.

En cuanto a la participación voluntaria, todos los individuos que componían la muestra fueron plenamente informados de los objetivos, procedimientos, riesgos y beneficios que entrañaba la investigación y, tras las debidas aclaraciones, firmaron el Formulario de Consentimiento Libre e Informado (FICF). La participación fue totalmente voluntaria y se garantizó el derecho a retirarse en cualquier momento, sin prejuicios ni necesidad de justificación, en consonancia con los principios de autonomía y dignidad humana.

Para ser considerados aptos para la inclusión en el estudio, los voluntarios debían cumplir criterios específicos: tener 18 años o más, ser estudiante matriculado regularmente en cualquier curso de pregrado de la Universidad Federal de Pernambuco (UFPE) y formar parte formalmente de un equipo deportivo universitario de la institución. Además, para ser reconocido como deportista universitario, el estudiante debía haber participado activamente en el respectivo equipo durante al menos tres meses consecutivos.

Por otro lado, fueron excluidos de la muestra todos aquellos que, por cualquier motivo, no completaron totalmente los instrumentos de la encuesta, que no asistieron a alguna de las etapas del protocolo de investigación, o aquellos que usaban regularmente drogas que afectan el sueño, como inductores o moduladores farmacológicos, que podrían comprometer la confiabilidad de los datos.

El proceso de reclutamiento de participantes se realizó de forma amplia y estratégica, utilizando diferentes medios de divulgación en el ambiente universitario. Se elaboraron y distribuyeron folletos informativos, colocados en zonas de importante circulación dentro de la UFPE - como pistas deportivas, centros académicos y pasillos de aulas-, además de enviar estos materiales directamente a los entrenadores de los equipos deportivos universitarios, con el fin de ampliar el alcance de la convocatoria. Además, también se utilizaron anuncios en las redes sociales como medio de participación, que contenían instrucciones claras sobre cómo los interesados podían ponerse en contacto con el equipo responsable de la investigación, ya fuera por teléfono, correo electrónico o contacto cara a cara.

Al final del proceso de reclutamiento, un total de 90 estudiantes universitarios mostraron interés en participar en la investigación, 58 de los cuales fueron clasificados inicialmente como deportistas. Sin embargo, tras una aplicación rigurosa de los criterios de elegibilidad, se excluyó a 60 individuos, 28 deportistas y 32 no deportistas, por no cumplir plenamente los requisitos del estudio. Como resultado, la muestra final consistió en 30 atletas universitarios, que fueron efectivamente incluidos en la fase analítica del estudio.

Después de que los estudiantes aceptaran formalmente participar en el estudio mediante la firma del Formulario de Consentimiento Informado (FCI) y cumplieran los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos, los participantes seleccionados fueron debidamente citados para asistir al Departamento de Educación Física de la Universidad Federal de Pernambuco (UFPE), donde se llevaron a cabo las etapas presenciales de la investigación.

La recolección de datos se estructuró en tres visitas separadas, realizadas en días no consecutivos y previamente acordadas con cada voluntario, a fin de respetar su rutina académica y deportiva y garantizar una mayor adhesión al estudio. En la primera visita, los estudiantes acudieron al laboratorio perteneciente al grupo de investigación responsable, donde se tomaron medidas antropométricas básicas, incluyendo el peso corporal y la altura. Esta información se recogió y se utilizó como base para caracterizar la muestra posteriormente.

En la segunda visita, que también tuvo lugar en el mismo laboratorio, se indicó a los participantes que cumplimentaran dos instrumentos estandarizados: el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) y la Escala de Somnolencia de Epworth (ESS). Durante este tiempo, los investigadores estuvieron disponibles en persona para proporcionar aclaraciones y apoyo técnico, garantizando que las respuestas se dieran de forma consciente, coherente y libre de dudas interpretativas.

La tercera y última visita se dedicó a la aplicación del Índice de Calidad del Sueño de Pittsburgh (PSQI), un instrumento más extenso y detallado, cuya aplicación aislada se justificó por la complejidad y el tiempo necesario para completarlo. Esta división de los instrumentos de evaluación fue estratégicamente diseñada para no sobrecargar a los participantes e interferir lo menos posible en su rutina diaria, tanto académica como deportiva.

Teniendo en cuenta la naturaleza específica de la muestra, compuesta por deportistas universitarios, fue necesaria una planificación adicional para conciliar las exigencias metodológicas de la investigación con los compromisos habituales de entrenamiento y preparación física de los voluntarios. Así, incluso antes de que comenzaran las visitas programadas, el equipo de investigadores estableció contacto directo con los entrenadores de los equipos masculino y femenino de voleibol, quienes, desde el principio, se mostraron más abiertos y dispuestos a colaborar con el estudio. El objetivo de este acercamiento fue acordar con los entrenadores días y horarios apropiados para la recolección de datos, preferentemente antes de los entrenamientos, sin comprometer el rendimiento de los atletas ni interferir en la rutina deportiva previamente establecida.

Es importante destacar que todas las evaluaciones se llevaron a cabo durante un periodo estable de la temporada deportiva, sin partidos oficiales ni competiciones relevantes. Esta elección metodológica pretendía minimizar el impacto de factores emocionales y psicológicos, como el estrés y la ansiedad, que suelen exacerbarse en contextos competitivos y podrían influir significativamente en las variables de interés de esta investigación, especialmente las relacionadas con la calidad del sueño y los niveles de somnolencia diurna.

La masa corporal de los participantes fue medida utilizando una balanza digital portátil Filizola (modelo PL 200, Filizola S.A., São Paulo, Brasil), mientras que la altura fue medida utilizando un estadiómetro portátil Sanny (São Paulo, Brasil) debidamente calibrado. A partir de estas dos medidas antropométricas fundamentales, se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) mediante la fórmula establecida en la literatura científica, que consiste en dividir la masa corporal (en kilogramos) por la altura al cuadrado (en metros), según recomiendan Peterson et al. (2016).

Para medir el nivel de actividad física de los voluntarios, se utilizó el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) en su versión corta, instrumento validado y adaptado para la población brasileña por Matsudo et al. (2001). Este cuestionario autoadministrado se compone de siete preguntas que abarcan el comportamiento físico en la semana anterior a la administración del cuestionario, permitiendo recoger información sobre la duración diaria (en minutos), la intensidad (en METs - equivalentes metabólicos de tarea) y la frecuencia semanal (en días) de las actividades físicas realizadas.

A partir de las respuestas obtenidas, los individuos se clasificaron según las categorías predefinidas: «muy activo», «activo», «irregularmente activo» (tipo A y B) y «sedentario», proporcionando una visión clara del compromiso de los participantes con prácticas corporales regulares.

La calidad del sueño se evaluó mediante el Índice de Calidad del Sueño de Pittsburgh (PSQI), debidamente traducido, adaptado y validado para el contexto brasileño por Bertolazi et al. (2011). Este amplio instrumento abarca siete componentes principales: 1) duración del sueño; 2) eficiencia habitual del sueño; 3) latencia de inicio del sueño; 4) percepción subjetiva de la calidad del sueño; 5) aparición de trastornos relacionados con el sueño; 6) presencia de disfunciones diurnas; y 7) uso de medicación para dormir.

Cada dominio se puntúa en una escala de 0 a 3 puntos, y la puntuación total se obtiene sumando las siete puntuaciones, lo que da como resultado un rango de 0 a 21 puntos. Según la clasificación propuesta, las puntuaciones de 0 a 4 indican una buena calidad del sueño, de 5 a 10

una mala calidad, y los valores superiores a 10 sugieren la presencia de trastornos significativos del sueño.

Para complementar la evaluación de los patrones de sueño de los participantes, se aplicó la Escala de Somnolencia de Epworth (ESS), que también fue traducida, adaptada y validada para Brasil por Bertolazi et al. (2009). Esta escala se compone de ocho situaciones cotidianas en las que el individuo puede sentirse somnoliento o propenso a dormir, como ver la televisión, leer o estar en un ambiente socialmente pasivo.

Para cada situación, el participante debe indicar la probabilidad de quedarse dormido, y las respuestas se puntúan de forma acumulativa, generando una puntuación total que puede variar entre 0 y 24 puntos. Según la clasificación sugerida por Johns (1991), puntuaciones entre 1 y 6 indican niveles normales de somnolencia, puntuaciones entre 7 y 8 indican somnolencia moderada, y valores entre 9 y 24 indican somnolencia excesiva o clínicamente anormal, que puede sugerir compromisos más serios en la arquitectura del sueño.

Para los análisis estadísticos, los datos recogidos se sometieron a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk con el fin de comprobar la distribución de las variables y si los datos seguían una distribución normal, lo que orientó la elección de procedimientos estadísticos no paramétricos en los análisis posteriores. Se llevó a cabo un análisis descriptivo de los valores medios y de la desviación estándar (DE), con el fin de proporcionar una caracterización detallada de la muestra investigada.

Debido a la no normalidad de los datos, se aplicó la prueba de Mann-Whitney, una prueba estadística no paramétrica ampliamente utilizada para comparar dos muestras independientes. Esta prueba se utilizó para comprobar posibles diferencias significativas en las variables de interés; calidad del sueño, niveles de somnolencia y nivel de actividad física (NAF) entre los sexos.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa informático IBM SPSS Statistics Package for the Social Sciences, versión 20.0 (Armonk, NY: IBM Corp), ampliamente reconocido y utilizado en la investigación científica en ciencias de la salud. Para todos los análisis inferenciales se adoptó un nivel de significación del 5% ($p < 0,05$), que

se considera el estándar para rechazar la hipótesis nula en estudios con un diseño similar a éste.

4. RESULTADOS

La muestra estuvo constituida por 15 hombres (23,1±2,91 años) y 15 mujeres (21,7±2,43 años).

TABLA 1. *Características generales de la muestra*

	Média (DP) (n=30)	Min	Máx	Média (DP) (n=15) Feminino	Média (DP) (n=15) Masculino
Edad (años)	22.40±2.72	18	28	21.70±2.43	23.10±2.91
IMC	24.60±3.08	18.50	33	25.20±2.91	23.90±3.21

La tabla 2 muestra una comparación entre los niveles de actividad física de hombres y mujeres. El nivel medio de actividad física es el mismo para ambos grupos, de 2, (p=0,807), lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los géneros en relación con el nivel de actividad física.

TABLA 2. *Comparación por género entre el nivel de actividad física*

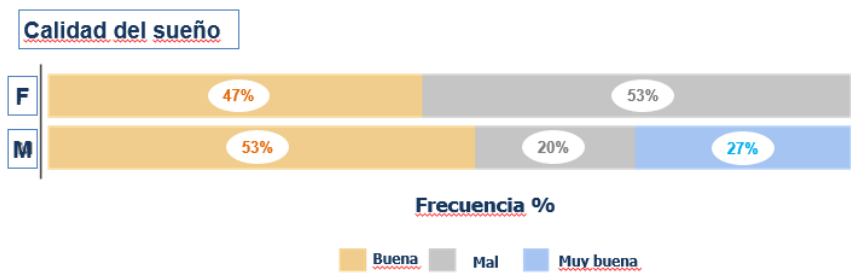
	Mediana Mujeres (n=15)	Mediana Hombres (n=15)	p valor	Intervalo interquar- tílico 1 cuartil / 3 cuartil
Nivel atividad física	2	2	0.807	2 / 1 2 / 3

La distribución de los niveles de actividad física por género en la Tabla 3 muestra que el 20% de las mujeres son “activas”, frente al 40% de los hombres. La mayoría de las mujeres (60%) se consideran “muy acti-vas”, mientras que sólo el 26,7% de los hombres entran en esta cate-goría. Por otra parte, el 33,4% de los hombres se clasifican como “irregu-larmente activos”, frente al 20% de las mujeres.

TABLA 3. Distribución por género entre el nivel de actividad física

	Mujeres (n=15)	Hombres (n=15)
Activo	3 (20%)	6 (40%)
Muy activo	9 (60%)	4 (26.7%)
Irregularmente activo	3 (20%)	5 (33.4%)

En cuanto a la calidad del sueño, más de la mitad de las mujeres (53%) se clasificaron como con mala y el 47% buena, mientras que en la masculina el 27% muy buena, el 53% buena y el 20% mala. Como se muestra en la figura 1.



Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los sexos en las variables de tiempo total de sueño ($p=0,966$), latencia ($p=0,221$), eficiencia ($p=0,831$), hora de acostarse ($p=0,397$) y hora de levantarse ($p=0,296$). El nivel de somnolencia entre sexos tampoco fue significativo ($p=0,524$), mostrando las mujeres valores más altos. Cabe destacar que los hombres tuvieron menos tiempo total de sueño (6,5h x 7h), pero mayor eficiencia (94% x 90%) en comparación con las mujeres. Como se muestra en la Tabla 4.

TABLA 4 – Comparación por género entre las variables del sueño

	Mediana Mujeres (n=15)	Mediana Hombres (n=15)	p Valor	Intervalo intercuartílico 1 cuartil / 3 cuartil
TTS (hs)	7.00±1.36	6.50±1.34	0.966	6.00 / 6.00 7.00 / 8.00
LS (min)	30.00±13.70	30.00±49.70	0.221	17.50 / 26.00 30.00 / 50.00

ES (%)	90.00±13.3	94.00±11.2	0.831	80.00/ 80.50 100.00 / 100.00
Hora deitar (hs)	22:00±7.66	23:00±9.80	0.397	22:00 / 00:50 23:00 / 23.60
Hora levantar (hs)	7:00±2.05	8:00±1.85	0.296	6:00 / 6:00 8:50 / 9:000

Subtítulo: TTS=Tiempo total sueño; LS=Latencia sueño; ES=Eficiencia sueño

5. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio era analizar cómo influyen el género y la práctica deportiva en los parámetros del sueño de los deportistas universitarios. En el contexto de la educación superior, es común que los estudiantes universitarios estén sometidos a rutinas desorganizadas, caracterizadas por horarios irregulares, intensas exigencias académicas y una serie de estresores psicosociales. Estos elementos combinados tienden a tener un impacto negativo tanto en la cantidad como en la calidad del sueño, contribuyendo a un aumento significativo de los niveles de somnolencia diurna (Wang & Bíró, 2021).

Aunque existe consenso en la literatura científica sobre la asociación positiva entre la práctica regular de actividad física y la mejora de diversos parámetros relacionados con el sueño, todavía son escasos los estudios observacionales que realizan comparaciones directas entre deportistas y no deportistas en el ámbito universitario, lo que limita un conocimiento más profundo de las posibles diferencias entre estos grupos en cuanto a los patrones de sueño.

Un estudio de Santiago et al. (2022) encontró que los adolescentes universitarios que participaban en programas de ejercicio físico tenían un sueño de mejor calidad y más prolongado en comparación con sus compañeros inactivos. Los datos sobre los parámetros del sueño coinciden con Pengo, Won & Bourjeily (2018) que señalan que las mujeres son más propensas a padecer trastornos del sueño por cuestiones hormonales, especialmente en los primeros años de la edad adulta.

En cuanto al nivel de actividad física, no hubo diferencias significativas entre los géneros, ya que se trataba de deportistas universitarios. Esto coincide con lo encontrado en otros estudios, que indican un predominio de los

varones en cuanto a la actividad física, mostrando que los hombres tienden a ser más activos físicamente que las mujeres (Guddal et al., 2019).

Esto concuerda con los hallazgos presentados por Wang y Bíró (2021), quienes, a través de una revisión sistemática de la literatura, demostraron que, en el contexto de la población universitaria, las variables conductuales y situacionales juegan un papel más decisivo en la calidad del sueño que factores biológicos aislados como el género. Entre estos aspectos con mayor influencia se encuentran el cronotipo individual, el nivel de estrés asociado a las exigencias académicas y el uso frecuente de dispositivos electrónicos, especialmente en horarios cercanos al periodo de descanso nocturno, que en conjunto parecen tener un impacto sustancial en los patrones y la eficiencia del sueño entre los estudiantes universitarios.

Sin embargo, en contraste con esta tendencia, la investigación de Jesus et al. (2020) mostró que las niñas tenían mayores niveles de actividad física en comparación con los niños, teniendo en cuenta el promedio total de tiempo activo a lo largo del día, especialmente en intensidades ligeras y moderadas.

Nos parâmetros de sono também não foram evidenciadas diferenças estatisticamente significativas entre os sexos. La investigación llevada a cabo por Loprinzi y Cardinal (2011) reveló que la actividad física a niveles clasificados como moderados no está necesariamente asociada con cambios significativos en las puntuaciones de somnolencia diurna, especialmente cuando se trata de individuos que no tienen un diagnóstico clínico de insomnio.

Estos hallazgos coinciden con los resultados obtenidos por Leduc et al. (2020) quienes, al analizar poblaciones de deportistas y no deportistas, tampoco encontraron diferencias estadísticamente significativas en los niveles de somnolencia diurna entre los grupos evaluados. Sin embargo, los autores informaron de una percepción subjetiva de mejora en la calidad del sueño, aunque esta mejora se observó de forma indirecta y no se acompañó de cambios objetivos en los niveles de somnolencia a lo largo del día.

El estudio de Pano-Rodriguez et al. (2023) aportó pruebas adicionales para apoyar la existencia de diferencias significativas en la calidad del sueño entre los sexos durante la adolescencia. Analizando una amplia muestra de

12.459 adolescentes, los autores constataron que los varones tenían, en general, un sueño de mejor calidad y más eficiente que el referido por las adolescentes. Esto coincide con las conclusiones de este estudio.

Al mismo tiempo, mostraron una asociación directamente proporcional entre los niveles de actividad física habitual y la calidad del sueño percibida, lo que sugiere que los adolescentes más activos físicamente tienden a tener patrones de sueño más satisfactorios (Pano-Rodriguez et al., 2023). Estas evidencias refuerzan la hipótesis de que la práctica de actividad física habitual puede actuar como factor protector o modulador positivo de los parámetros relacionados con el sueño, especialmente durante los periodos universitarios.

Una encuesta realizada entre estudiantes universitarios de salud del estado de Goiás, Brasil, reveló que las exigencias teóricas impuestas por las instituciones de enseñanza, tanto a nivel escolar como universitario, son percibidas a menudo por los estudiantes como fuentes significativas de estrés académico. De acuerdo con los resultados presentados por Gonçalves et al. (2022), estas altas exigencias intelectuales y cognitivas tienden a ejercer una presión considerable sobre los estudiantes, contribuyendo a la intensificación del estrés percibido. Como consecuencia, este contexto puede comprometer negativamente la calidad del sueño, favoreciendo la aparición de patrones inadecuados de descanso nocturno, como dificultades para iniciar o mantener el sueño, despertares frecuentes y sensación de cansancio al despertar.

Estos hallazgos refuerzan la importancia de considerar los factores académicos como potenciales determinantes de los trastornos del sueño entre los estudiantes universitarios, especialmente en aquellos que cursan carreras tradicionalmente reconocidas por su alta carga teórica y competitividad. En relación con la práctica deportiva, Santiago et al. (2022) consideran que los altos niveles de actividad física, comunes en los atletas, pueden desencadenar problemas de sueño y aumento de la somnolencia diurna, lo que se constató en las atletas.

La investigación realizada por Gubelmann et al. (2018) mostró una correlación positiva entre niveles más altos de actividad física medida objetivamente, utilizando dispositivos que permiten cuantificar con mayor

precisión el volumen y la intensidad del movimiento corporal, y un aumento de la eficiencia del sueño. Esto repercute en la capacidad de mantener un patrón de sueño más estable y continuo durante toda la noche. Es importante subrayar que esta mejora de la eficacia no iba necesariamente acompañada de una prolongación de la duración total del sueño. Esto refuerza la hipótesis de que una actividad física regular y más intensa puede contribuir a una arquitectura del sueño más consolidada.

Este estudio presenta ciertas limitaciones que deben tenerse en cuenta a la hora de interpretar los resultados. En primer lugar, el diseño transversal adoptado impide establecer relaciones causales entre la práctica deportiva habitual y los indicadores de sueño analizados, limitándose a asociaciones observacionales. Además, la muestra estuvo compuesta exclusivamente por estudiantes de una única institución pública de educación superior, lo que puede comprometer la generalizabilidad de los hallazgos a otras poblaciones universitarias con características diferentes. Otro punto a considerar se refiere al uso de instrumentos de autoinforme que, aunque validados, están sujetos a la percepción subjetiva de los participantes.

6. CONCLUSIONES

Dentro de este grupo analizado, se observó que la práctica deportiva en un entorno universitario tenía un impacto más favorable en los parámetros relacionados con el sueño entre los varones. Aunque los datos mostraron que los hombres tenían, por término medio, mejor calidad de sueño y menores niveles de somnolencia diurna, esta diferencia no fue estadísticamente significativa cuando se comparó con los resultados obtenidos por las mujeres deportistas. Esto sugiere que, a pesar de las tendencias observadas, el factor género por sí solo no ejerció una influencia marcada o concluyente sobre la calidad del sueño y los niveles de somnolencia de los participantes.

Aun así, los resultados plantean cuestiones importantes y enfatizan la necesidad de realizar más investigaciones, con mayor profundidad y control de variables, para comprender de forma más exhaustiva y precisa cómo las diferencias entre sexos pueden o no interferir en la

arquitectura y los patrones del sueño, especialmente en el contexto específico de los deportistas universitarios, cuyas rutinas están marcadas por exigencias físicas, cognitivas y sociales peculiares.

7. REFERENCIAS

- Almutairi, K. M., Alonazi, W. B., Vinluan, J. M., Almigbal, T. H., Batais, M. A., Alodhayani, A. A.,... & Alhoqail, R. I. (2018). Health promoting lifestyle of university students in Saudi Arabia: a cross-sectional assessment. *BMC public health*, 18, 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5999-z>
- Al-Rasheed, A. S., & Ibrahim, A. I. (2020). Does the poor sleep quality affect the physical activity level, postural stability, and isometric muscle strength in Saudi adolescents?: A comparative study. *Saudi Medical Journal*, 41(1), 94. <https://doi.org/10.15537/smj.2020.1.24761>
- Bertolazi, A. N., Fagondes, S. C., Hoff, L. S., Pedro, V. D., Menna Barreto, S. S., & Johns, M. W. (2009). Portuguese-language version of the Epworth sleepiness scale: validation for use in Brazil. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 35, 877-883. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132009000900009>
- Bertolazi, A. N., Fagondes, S. C., Hoff, L. S., Dartora, E. G., da Silva Miozzo, I. C., de Barba, M. E. F., & Barreto, S. S. M. (2011). Validation of the Brazilian Portuguese version of the Pittsburgh sleep quality index. *Sleep medicine*, 12(1), 70-75. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2010.04.020>
- Besedovsky, L., Lange, T., & Born, J. (2012). Sleep and immune function. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology*, 463(1), 121-137. <https://doi.org/10.1007/s00424-011-1044-0>
- Crowley, SJ, Wolfson, AR, Tarokh, L., & Carskadon, MA (2018). Uma atualização sobre o sono na adolescência: novas evidências que fundamentam o modelo da tempestade perfeita. *Journal of adolescence*, 67, 55-65. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2018.06.001>
- Fattinger, S., de Beukelaar, T. T., Ruddy, K. L., Volk, C., Heyse, N. C., Herbst, J. A.,... & Huber, R. (2017). Deep sleep maintains learning efficiency of the human brain. *Nature communications*, 8(1), 15405. <https://doi.org/10.1038/ncomms15405>
- Ghrouz, A. K., Noohu, M. M., Dilshad Manzar, M., Warren Spence, D., BaHammam, A. S., & Pandi-Perumal, S. R. (2019). Physical activity and sleep quality in relation to mental health among college students. *Sleep and Breathing*, 23, 627-634. <https://doi.org/10.1007/s11325-019-01780-z>

- Gonçalves, G. K., dos Santos, K. A., Ferreira, M. V. R., & da Silva, R. M. (2022). Estresse, qualidade do sono e qualidade de vida em acadêmicos da área de saúde. *REVISA*, 11(2), 232-243. <https://doi.org/10.36239/revisa.v11.n2.p232a243>
- Gonçalves, C. F. G., Lima, A. M., Learte, M. C. P., de Sousa Junior, I., & de Sá Sousa, C. M. (2023). QUALIDADE DO SONO, PRÁTICA DE ATIVIDADE FÍSICA E COMPORTAMENTO SEDENTARIO EM ADOLESCENTES ESCOLARES. *Revista CPAQV–Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida* | Vol, 15(1), 2. <https://doi.org/10.36692/v15n1-19>
- Gubelmann, C., Heinzer, R., Haba-Rubio, J., Vollenweider, P., & Marques-Vidal, P. (2018). Physical activity is associated with higher sleep efficiency in the general population: the CoLaus study. *Sleep*, 41(7), zsy070. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsy070>
- Guddal, M. H., Stensland, S. Ø., Småstuen, M. C., Johnsen, M. B., Zwart, J. A., & Storheim, K. (2019). Physical activity and sport participation among adolescents: associations with mental health in different age groups. Results from the Young-HUNT study: a cross-sectional survey. *BMJ open*, 9(9), e028555. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-028555>
- Irwin, M. R., & Opp, M. R. (2017). Sleep health: reciprocal regulation of sleep and innate immunity. *Neuropsychopharmacology*, 42(1), 129-155. <https://doi.org/10.1038/npp.2016.148>
- Jesus, G. M. D., Dias, L. A., Cerqueira, P. D. A., Assis, M. A. A. D., & Kupek, E. (2020). Diferenças de gênero na avaliação qualitativa de atividades físicas e sedentárias de escolares de 7 a 10 anos no nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 42, e2013. <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2018.11.002>
- Leduc, C., Tee, J., Weakley, J., Ramirez, C., & Jones, B. (2020). The quality, quantity, and intraindividual variability of sleep among students and student-athletes. *Sports Health*, 12(1), 43-50. <https://doi.org/10.1177/1941738119887966>
- Lloyd, RS, Oliver, JL, Faigenbaum, AD, Myer, GD, & Croix, MBDS (2014). Idade cronológica vs. maturação biológica: implicações para a programação de exercícios em jovens. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28 (5), 1454-1464. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000391>
- Logan, R. W., & McClung, C. A. (2019). Rhythms of life: circadian disruption and brain disorders across the lifespan. *Nature Reviews Neuroscience*, 20(1), 49-65. <https://doi.org/10.1038/s41583-018-0088-y>
- Loprinzi, P. D., & Cardinal, B. J. (2011). Association between objectively-measured physical activity and sleep, NHANES 2005–2006. *Mental Health and Physical Activity*, 4(2), 65-69. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2011.08.001>

- Macedo, T., Carneiro Mussi, F., da Silva Pires, C., Brito Teixeira, J., & Pereira Portela, P. (2019). Perfil alimentar, clínico e padrão de atividade física em ingressantes universitários de enfermagem. *Revista Cubana de Enfermeria*, 35(1), vol. 35, n.1.
- Martins, B. G., Marôco, J., Barros, M. V., & Campos, J. A. (2020). Lifestyle choices of Brazilian college students. *PeerJ*, 8, e9830. <https://doi.org/10.7717/parj.9830>
- Matsudo, S., Araújo, T., Marsudo, V., Andrade, D., Andrade, E., & Braggion, G. (2001). International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): validity and reproducibility study in Brazil. *Rev. ativo. fis. saúde*, 05-18. <https://doi.org/10.12820/rbafs.v.6n2p5-18>
- Memon, A. R., Gupta, C. C., Crowther, M. E., Ferguson, S. A., Tuckwell, G. A., & Vincent, G. E. (2021). Sleep and physical activity in university students: A systematic review and meta-analysis. *Sleep medicine reviews*, 58, 101482. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2021.101482>
- Nikolic, A., Bukurov, B., Kocic, I., Vukovic, M., Ladjevic, N., Vrhovac, M.,... & Sipetic, S. (2023). Smartphone addiction, sleep quality, depression, anxiety, and stress among medical students. *Frontiers in Public Health*, 11, 1252371. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1252371>
- Oliveira, L. M. F. T. D., Silva, A. O. D., Santos, M. A. M. D., Ritti-Dias, R. M., & Diniz, P. R. B. (2018). Exercício físico ou atividade física: qual apresenta maior associação com a percepção da qualidade do sono de adolescentes?. *Revista Paulista de Pediatria*, 36(03), 322-328. <https://doi.org/10.1590/1984-0462/;2018;36;3;00014>
- Pano-Rodriguez, A., Beltran-Garrido, J. V., Hernandez-Gonzalez, V., Bueno-Antequera, J., Oviedo-Caro, M. A., Mayolas-Pi, C.,... & Reverter-Masia, J. (2023). Sleep quality is mediated by physical activity level in adolescents. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 63(6), 748-755. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.23.14494-x>
- Pengo, M. F., Won, C. H., & Bourjeily, G. (2018). Sleep in women across the life span. *Chest*, 154(1), 196-206. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.04.005>
- Peterson, C. M., Thomas, D. M., Blackburn, G. L., & Heymsfield, S. B. (2016). Universal equation for estimating ideal body weight and body weight at any BMI. *The American journal of clinical nutrition*, 103(5), 1197-1203. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.121178>
- Rosi, A., Giopp, F., Milioli, G., Melegari, G., Goldoni, M., Parrino, L., & Scazzina, F. (2020). Weight status, adherence to the Mediterranean diet, physical activity level, and sleep behavior of Italian junior high school adolescents. *Nutrients*, 12(2), 478. <https://doi.org/10.3390/nul2020478>

- Santiago, L. C., Lyra, M. J., Germano-Soares, A. H., Lins-Filho, O. L., Queiroz, D. R., Prazeres, T. M.,... & Santos, M. A. (2022). Effects of strength training on sleep parameters of adolescents: a randomized controlled trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(5), 1222-1227. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003629>
- Schlarb, A. A., Claßen, M., Grünwald, J., & Vögele, C. (2017). Sleep disturbances and mental strain in university students: results from an online survey in Luxembourg and Germany. *International journal of mental health systems*, 11, 1-10. <https://doi.org/10.1186/s13033-017-0131-9>
- Sharif, K., Watad, A., Bragazzi, N. L., Lichtbroun, M., Amital, H., & Shoenfeld, Y. (2018). Physical activity and autoimmune diseases: Get moving and manage the disease. *Autoimmunity reviews*, 17(1), 53-72. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2017.11.010>
- Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2009). Métodos de pesquisa em atividade física. Artmed Editora.
- Velasquez-Melendez, G., Andrade, F. C. D., Moreira, A. D., Hernandez, R., Vieira, M. A. S., & Felisbino-Mendes, M. S. (2021). Association of self-reported sleep disturbances with ideal cardiovascular health in Brazilian adults: A cross-sectional population-based study. *Sleep Health*, 7(2), 183-190. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2020.08.005>
- Wang, F., & Bíró, É. (2021). Determinants of sleep quality in college students: A literature review. *Explore*, 17(2), 170-177. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2020.11.003>

EDUCACIÓN Y EJERCICIO TERAPÉUTICO EN DEPRESIÓN: DESARROLLO DE UN PROGRAMA BASADO EN ACTIVIDAD GRADUADA

MATEO RIERA MARCO

Centro Superior de Estudios universitario La Salle

DANIEL ZEGARRA CHÁVEZ

Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle

1. INTRODUCCIÓN

La depresión es uno de los trastornos de la conducta más prevalentes y discapacitantes a nivel mundial. Se estima alrededor de 280 millones de personas en el mundo sufren esta patología, afectando profundamente su funcionalidad diaria, las relaciones interpersonales y la calidad de vida (World Health Organization [WHO], 2023). Esta alteración conductual se caracteriza por múltiples síntomas (estado de ánimo bajo, fatiga persistente, anhedonia, sentimiento de inutilidad y alteraciones del sueño), afectando a la persona en un nivel social, laboral y personal (Malhi & Mann, 2018).

La epidemiología muestra que la prevalencia global se sitúa alrededor del 5% de la población adulta, presentando un aumento notable en países desarrollados (Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2024). En el territorio español recientes informes del ministerio de sanidad destacan una prevalencia del 7% en la población adulta (Ministerio de Sanidad, 2023). Siendo muy relevante la marcada diferencia en la prevalencia según el género, ya que los estudios muestran una frecuencia mayor en mujeres debido a factores sociales (roles de género tradicionales), hormonales, biológicos y una mayor exposición al estrés (Albert, 2015).

Además de las consecuencias sobre la salud, la depresión supone una carga económica considerable debido a los costos indirectos (pérdida

de productividad laboral y absentismo) y directos (tratamiento médico y psicológico) generando un problema a nivel público muy relevante. La carga económica de los trastornos mentales en Europa se sitúa en varios cientos de miles de millones de euros al año (European Brain Council [EBC], 2017).

1.1. TRATAMIENTOS ACTUALES PARA LA DEPRESIÓN

La psicoterapia constituye un pilar fundamental en el abordaje de la depresión. Existen diversas modalidades terapéuticas para su tratamiento, entre las que destaca la terapia cognitivo-conductual (TCC) la cual ha demostrado una alta eficacia a la hora de localizar y modificar comportamientos disfuncionales y pensamientos negativos asociados a la depresión (Beck, 2011). También es necesario incluir a la terapia interpersonal y sobre todo a la terapia de activación conductual las cuales están ampliamente estudiadas y respaldadas por evidencia robusta a la hora de tratar la depresión (Cuijpers et al., 2016; Ekers et al., 2014).

La farmacoterapia, especialmente mediante inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina (ISRS), constituye una intervención farmacológica comúnmente utilizada en la depresión moderada o grave. Medicamentos como la sertralina y el escitalopram han mostrado eficacia en diversos ensayos clínicos aleatorizados (Cipriani et al., 2018). Sin embargo, estos tratamientos pueden estar acompañados por efectos adversos significativos, incluyendo aumento de peso, disfunción sexual y alteraciones gastrointestinales, además de presentar tasas elevadas de abandono del tratamiento (Braund et al., 2021).

1.2. EL EJERCICIO FÍSICO EN EL TRATAMIENTO DE LA DEPRESIÓN

1.2.1. Beneficios fisiológicos y psicológicos del ejercicio

El ejercicio constituye una herramienta versátil a la hora de abordar la depresión, por sus múltiples beneficios tanto a nivel biológico como psicológico. Este es capaz de generar adaptaciones positivas en el sistema nervioso central, a través de la neurogénesis en áreas cerebrales claves implicadas en la depresión (Erickson et al., 2011). Además, regula el eje hipotalámico-hipofisario-adrenal, reduce marcadores inflamatorios

como CRP e IL-6, y disminuye niveles de cortisol circulante (Hamer et al., 2009; Strohle, 2009). Desde un punto de vista psicológico, incrementa la autoeficacia, disminuye pensamientos de rumiación, promueve el bienestar emocional y fomenta la integración social (Craft, 2005).

1.3. Fundamentación del modelo bioconductual

La depresión es un trastorno complejo de la conducta que afecta de forma significativa la capacidad funcional, la motivación y la ejecución de actividades de carácter físico (Treadway & Zald, 2011). Esta disminución en la actividad puede ser entendida a través de un enfoque bioconductual que integra principios de teorías de aprendizaje, autoeficacia y motivación.

Desde un punto de vista del aprendizaje, el detrimento en la actividad física se explica por la interacción entre procesos de evitación, cambios en los mecanismos de recompensa y disminución de la autoeficacia percibida (Ferster, 1973; Vrieze et al., 2013; Bandura, 1997). Las personas con depresión suelen presentar anhedonia, indecisión y baja motivación, lo que no solo predice una menor participación en tratamientos, sino que refleja una alteración en la capacidad para anticipar las consecuencias positivas de las actividades, dificultando su ejecución (Treadway et al., 2012).

Adicionalmente, se produce una alteración en las contingencias de refuerzo, disminuyendo la frecuencia de actividades previamente gratificantes y favoreciendo la instauración de patrones de evitación conductual. Estas conductas evitativas son reforzadas negativamente al disminuir el malestar a corto plazo, perpetuando la inactividad y reduciendo las oportunidades de contacto con experiencias reforzantes (Ferster, 1973; Vrieze et al., 2013).

A nivel motivacional, la disminución en la autoeficacia contribuye a una menor disposición para afrontar actividades físicas y desafíos cotidianos. La percepción de incompetencia genera un ciclo de inactividad que resulta difícil de romper sin la aplicación de intervenciones concretas (Bandura, 1997; Nurhidayati et al., 2024; Park & Lee, 2023).

Por todo esto, resulta clave emplear un abordaje bioconductual que tomé en consideración estos procesos a la hora de diseñar programas de

ejercicio terapéutico como intervención en la depresión. Siendo herramientas como la educación terapéutica en el comportamiento motor y la actividad graduada útiles para romper los ciclos de evitación y facilitar la mejora de los pacientes (Wallman et al., 2004; Ris et al., 2016; La Touche et al., 2024).

1.3.1. Actividad graduada

La actividad graduada supone una técnica basada en los principios conductuales que emplea la exposición gradual y sistémica a la actividad física. Su principal objetivo es disminuir o interrumpir la inactividad física, el ciclo de evitación y el deterioro funcional que se suele observar en la depresión o en otras condiciones persistentes como el dolor crónico o el síndrome de fatiga crónica (Ris et al., 2016; Wallman et al., 2004). Esta intervención implica establecer niveles iniciales de actividad física que resultes tolerables y manejables para el paciente, para después de manera paulatina ir aumentándolos gradualmente en función de unas metas establecidas previamente, independientemente de las percepciones o sensaciones subjetivas de cansancio, dolor o estado emocional.

Para su implementación es necesario realizar una evaluación detallada del nivel de actividad actual que realiza el paciente e identificar que barreras específicas pueden estar afectándolo como el miedo al movimiento (kinesiofobia), la evitación conductual o la fatiga extrema. Una vez registrado se procede con el planteamiento de objetivos a corto, medio y largo plazo a través de técnicas como el establecimiento de metas tipo SMART (específicas, medibles, alcanzables, relevantes y temporalizadas). La progresión en el volumen de actividad se realiza de manera controlada, buscando siempre un incremento gradual pero constante que no llegue a superar la tolerancia física o psicológica del paciente, pero le permita ir avanzando (Boersma et al., 2019).

En cuanto a la evidencia en torno a este abordaje, la actividad graduada ha demostrado ser efectiva en la reducción de la discapacidad física y emocional que acarrearán diferentes condiciones crónicas. Por ejemplo, en personas con síndrome de fatiga crónica, Wallman et al. (2004) encontraron que este tipo de intervención produjo mejoras significativas en la capacidad física, la percepción del dolor y la funcionalidad general

en comparación con tratamientos convencionales o reposo absoluto. Así mismo, Ris et al. (2016) observaron que la exposición gradual facilitó una disminución significativa en los niveles de ansiedad y mejoró considerablemente la autoeficacia y percepción del control en pacientes con dolor crónico.

Uno de los puntos fuertes de esta intervención en el abordaje de la depresión es el enfoque conductual, la búsqueda de refuerzo de conductas de salud y la disminución de la discapacidad. Lo que se trata de conseguir, en lugar de eliminar completamente el miedo o la ansiedad asociados con la actividad física, es que el paciente aprenda de manera controlada que es capaz de manejar sus sensaciones desagradables mediante una exposición controlada, lo que aumenta las conductas de salud y disminuye las repuestas emocionales negativas relacionadas con la actividad (Leeuw et al., 2008; Vlaeyen & Linton, 2012).

Generando una mejora de las capacidades físicas y promoviendo una mayor autonomía, motivación y autoeficacia que facilita a la adherencia al tratamiento y la generación de cambios sostenibles al largo plazo.

Por lo tanto, integrar un enfoque estructurado y bioconductual en programas multidisciplinarios para pacientes con depresión podría mejorar sustancialmente la adherencia al ejercicio, disminuir las tasas de abandono y optimizar los resultados funcionales y emocionales a medio y largo plazo.

1.3.2. Educación terapéutica en el comportamiento motor

El modelo de educación terapéutica utilizado en esta propuesta está basado en el planteamiento desarrollado inicialmente para potenciar los efectos del ejercicio en pacientes con migraña (La Touche et al., 2024). Sin embargo, dada su estructura bioconductual y su énfasis en la modificación de barreras cognitivas y emocionales, se considera especialmente adecuado para su aplicación en pacientes con depresión.

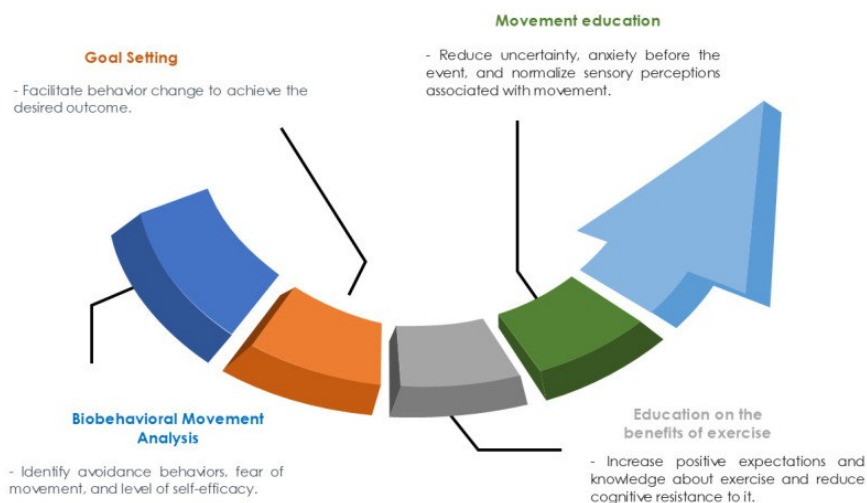
Este modelo integra de manera transversal la entrevista motivacional como estrategia fundamental para aumentar la motivación intrínseca del paciente, mejorar la adherencia a las diferentes etapas del tratamiento y facilitar cambios conductuales sostenibles (Miller & Rollnick, 2012).

El modelo educativo consta de cuatro fases interrelacionadas (*figura 1*):

- **Análisis bioconductual del movimiento:** Esta fase inicial tiene como objetivo identificar los factores funcionales, cognitivos y emocionales que afectan a la actividad física y al movimiento. Se utilizan herramientas como cuestionarios estructurados, entrevistas motivacionales y análisis cualitativos del movimiento para mapear patrones de evitación y creencias disfuncionales. La identificación de estos factores es clave para adaptar la intervención y superar las barreras que perpetúan la inactividad.
- **Establecimiento colaborativo de objetivos:** Se promueve la definición conjunta de objetivos específicos, realistas y adaptados a las limitaciones individuales, siguiendo principios SMART (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound) (Deci & Ryan, 2000). Este enfoque personalizado considera tanto las restricciones físicas como las barreras emocionales que afectan la capacidad del paciente para comprometerse con la realización de actividades.
- **Educación sobre los beneficios del ejercicio:** Los pacientes con depresión tienden a presentar una percepción distorsionada o pesimista sobre los efectos del ejercicio terapéutico (Craft & Perna, 2004). Esta fase tiene como finalidad proporcionar información basada en la evidencia sobre los beneficios funcionales, cognitivos y emocionales del ejercicio, ayudando a reconstruir expectativas más positivas y realistas, lo que ha demostrado aumentar la motivación y la adherencia (Stanton & Reaburn, 2014).
- **Educación específica sobre el movimiento:** Finalmente, se instruye al paciente sobre las percepciones físicas esperables durante el ejercicio, como el aumento de la frecuencia cardíaca o la fatiga muscular, y se ofrecen estrategias para gestionar el estrés y la incertidumbre asociadas. Además, se proporciona información sobre modalidades de ejercicio accesibles y adaptadas a las capacidades y limitaciones individuales,

promoviendo un afrontamiento activo y mejorando la autoeficacia en el manejo de síntomas (Knapen et al., 2015).

FIGURA 1. *Presentación de las fases del modelo de educación terapéutica en el comportamiento motor*



Fuente: Reproducido de Incorporating Therapeutic Education and Exercise in Migraine Management: A Biobehavioral Approach, por La Touche, R., de Oliveira, A. B., Paris-Alemany, A., & Reina-Varona, Á., 2024, Journal of Clinical Medicine, 13(20), 6273.
<https://doi.org/10.3390/jcm13206273>

La combinación de estos elementos permite no solo mejorar la adherencia al programa de ejercicio, sino también empoderar al paciente, facilitando un cambio conductual profundo y sostenido en el tiempo.

2. OBJETIVO

2.1. OBJETIVO PRINCIPAL

Debido a la necesidad creciente de la prescripción de ejercicio terapéutico desde este enfoque, el estudio buscará:

Analizar la evidencia científica más reciente sobre el diseño de programas de ejercicio físico combinados con educación terapéutica y actividad graduada, con el fin de establecer una base sólida para el desarrollo de futuras intervenciones clínicas dirigidas a personas con depresión.

3. METODOLOGÍA

Se realizará una revisión narrativa de la literatura científica, seleccionando estudios relevantes en función de su pertinencia clínica y metodológica. Esta metodología será empleada debido a la heterogeneidad de los estudios y enfoques terapéuticos existentes, permitiendo un análisis crítico completo de los hallazgos.

La revisión se centrará en tres ejes temáticos:

- Efectos del ejercicio en personas con depresión.
- Barreras y limitaciones que dificultan su práctica.
- Modelos teóricos conductuales que sustentan el uso de actividad graduada.

Posteriormente, se realizará una síntesis narrativa desde una perspectiva clínica y metodológica. Los datos obtenidos serán usados para diseñar una propuesta de intervención aplicable en contextos clínicos reales que combine ejercicio terapéutico adaptado, educación terapéutica y estrategias de actividad graduada dirigidas a personas con depresión.

3.1. Estrategia de búsqueda

Se realizará una búsqueda en las bases de datos PubMed, Web of Science, EBSCOhost, PsycINFO y Embase, sin restricciones de idioma ni fecha de publicación. La estrategia de búsqueda incluirá el uso de palabras clave relacionados con "ejercicio físico", "depresión", "educación terapéutica" y "actividad graduada". estructurándose en torno a:

- Población: Personas adultas mayores de 18 años con diagnóstico de depresión o distimia.
- Intervención: Programas que incluyan ejercicio físico estructurado, estrategias de actividad graduada y/o componentes de educación terapéutica.
- Resultados: Variables relacionadas con la mejora del estado de ánimo, disminución de la discapacidad funcional y resultados medidos mediante cuestionarios validados de depresión (por ejemplo, PHQ-9, HADS, BDI-II).

3.2. Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión serán:

- Estudios que empleen pacientes con un diagnóstico de depresión o distimia basado en los criterios de la CIE-11 (incluido el trastorno depresivo no especificado, 6A7Z), DSM-5TR por su facultativo de referencia o un paciente de depresión con una puntuación por encima del límite establecido por un cuestionario validado.
- Se priorizarán intervenciones que combinen ejercicio físico estructurado con componentes educativos o estrategias conductuales.
- Se considerarán ensayos clínicos, estudios observacionales y revisiones previas que aporten datos relevantes al diseño de intervención.

Los criterios de exclusión serán:

- Estudios realizados exclusivamente en población pediátrica (<18 años) o con trastornos psiquiátricos graves no depresivos (ej. esquizofrenia, trastorno bipolar).
- Intervenciones que no incluyan actividad física estructurada (ej. solo meditación, dieta o suplementos)

4. RESULTADOS ESPERADOS

El uso de estas estrategias bioconductuales junto a un programa de ejercicio estructurado teniendo en cuenta aspectos educativos, conductuales y motivacionales, se prevé que proporcione unos mejores resultados y beneficios en pacientes con depresión.

4.1. ADHERENCIA Y PARTICIPACIÓN ACTIVA

Está bien documentado que la adherencia a los programas de ejercicio en población con depresión es un desafío importante (Stubbs et al., 2016). Sin embargo, estrategias como la actividad graduada y la

educación terapéutica han demostrado ser eficaces a la hora de mejorar la adherencia, particularmente en poblaciones con dolor crónico y síndrome de fatiga crónica, donde factores como el miedo al movimiento y la evitación conductual son relevantes (Wallman et al., 2004; Ris et al., 2016). En este contexto, se espera que el modelo propuesto:

- Reduzca los comportamientos de evitación.
- Aumente la participación activa de los pacientes en su proceso de recuperación.
- Facilite estrategias de afrontamiento activo frente a los síntomas depresivos.
- Promueva cambios conductuales sostenibles a largo plazo, fortaleciendo la autoeficacia y la percepción de control.

Estos posibles efectos se alinean con estudios recientes que han identificado la motivación intrínseca y la autoeficacia como mediadores clave para la adherencia y la efectividad de las intervenciones físicas en salud mental (Gold et al., 2024).

4.2. MEJOR TOLERANCIA AL EJERCICIO Y CALIDAD DE VIDA

Este enfoque basado en la combinación de actividad graduada y educación permite un aumento progresivo de la actividad física que la persona realiza, mejorando la tolerancia al esfuerzo, reduciendo la ansiedad asociada a la actividad y permitiendo una mayor exposición a actividades reforzadoras (Leeuw et al., 2008; Vlaeyen & Linton, 2012). Se espera que, a través de una progresión adecuada complementada con una educación, los pacientes mejoren su capacidad funcional y disminuyan las barreras físicas y psicológicas que afectan a la práctica de ejercicio

Además, estudios como los de Heissel et al. (2023) sugieren que programas personalizados de ejercicio, cuando se integran en intervenciones multidisciplinarias, pueden mejorar significativamente la autoestima, el compromiso y la calidad de vida en personas con depresión. Destacando la relevancia de trabajar de manera conjunta con otros profesionales de la salud.

4.3. REDUCCIÓN DE LOS SÍNTOMAS DEPRESIVOS

Una revisión sistemática y metaanálisis reciente mostró que el ejercicio físico tiene un efecto significativo sobre los síntomas depresivos, con tamaños del efecto grandes o moderados en comparación con condiciones de control (Morres et al., 2020). Noetel et al. (2024) también confirman que los programas supervisados de ejercicio moderado a vigoroso presentan resultados robustos en la reducción de la sintomatología depresiva.

Por tanto, se espera que la intervención propuesta logre:

- Reducciones clínicas significativas en los niveles de síntomas depresivos a medio y largo plazo.
- Mejora de la sintomatología comórbida, como la ansiedad y el estrés.
- Mayor bienestar general.

4.4. COMPARACIÓN CON ENFOQUES DE SOLO EJERCICIO

Estudios como el de Verhoeven et al. (2023) han comparado tratamientos basados únicamente en ejercicio físico (por ejemplo, programas de running) contra un abordaje farmacológico. Encontraron que, aunque ambos enfoques pueden producir mejorías en la salud mental, pero destacando que sin soporte psicoeducativo se presentan unas tasas de abandono más altas, lo que genera efectos menos sostenibles en el tiempo.

Por tanto, se prevé que el modelo aquí propuesto, que incorpora educación terapéutica y estrategias bioconductuales, ofrezca:

- Mejores tasas de adherencia y finalización del tratamiento.
- Mayor impacto en la reducción de la sintomatología depresiva.
- Resultados clínicos más sostenibles y robustos a largo plazo.

4.5. APLICABILIDAD CLÍNICA Y MULTIDISCIPLINARIEDAD

El análisis exhaustivo de la literatura permitirá diseñar un programa teórico-práctico, fundamentado en la evidencia más actual, adaptable a

diferentes entornos clínicos como hospitales, clínicas de fisioterapia y centros de salud mental. Además, el enfoque multidisciplinar propuesto promoverá la colaboración entre fisioterapeutas, psicólogos y otros profesionales de la salud, mejorando la atención integral del paciente con depresión (Vancampfort et al., 2015).

5. CONCLUSIONES

A través de este capítulo hemos podido observar las diferentes herramientas que se emplean para el abordaje de la depresión. Siendo el ejercicio una de ellas, con buenos resultados a la hora de mejorar el estado de ánimo y la discapacidad.

Sin embargo, el ejercicio presenta a su vez múltiples barreras que generan que los pacientes no acaben adhiriéndose a él, disminuyendo por tanto su efectividad y la capacidad de generar efectos positivos a largo plazo (Fabiano et al., 2024).

Por ello, consideramos que es necesario enfocar la prescripción desde un paradigma diferente que tome un enfoque bioconductual, teniendo en cuenta el peso de las barreras emocionales, cognitivas y funcionales a la hora de abordar un paciente de depresión. Siendo la actividad graduada y la educación terapéutica basada en el comportamiento motor herramientas que dentro del enfoque nos permiten dar un paso más allá y mejorar la atención de estos pacientes.

5. REFERENCIAS

- Albert, P. R. (2015). Why is depression more prevalent in women? *Journal of Psychiatry & Neuroscience*, 40(4), 219–221. <https://doi.org/10.1503/jpn.150205>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman and Company.
- Beck, A. T. (2011). *Cognitive therapy and the emotional disorders*. Penguin.
- Boersma, K., Linton, S. J., Overmeer, T., Jansson, M., Vlaeyen, J. W., & de Jong, J. (2019). Lowering fear-avoidance and enhancing function through exposure in vivo: A multiple baseline study across six patients with back pain. *Pain*, 143(3), 418–428. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2009.04.013>

- Braund, T. A., Tillman, G., Palmer, D. M., Gordon, E., Rush, A. J., & Harris, A. W. F. (2021). Antidepressant side effects and their impact on treatment outcome in people with major depressive disorder: an iSPOT-D report. *Translational Psychiatry*, 11(1), 147. <https://doi.org/10.1038/s41398-021-01251-4>
- Cipriani, A., Furukawa, T. A., Salanti, G., Chaimani, A., Atkinson, L. Z., Ogawa, Y.,... & Geddes, J. R. (2018). Comparative efficacy and acceptability of 21 antidepressant drugs for the acute treatment of adults with major depressive disorder: a systematic review and network meta-analysis. *The Lancet*, 391(10128), 1357–1366. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32802-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32802-7)
- Craft, L. L. (2005). Exercise and clinical depression: Examining two psychological mechanisms. *Psychology of Sport and Exercise*, 6(2), 151–171. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2003.11.003>
- Craft, L. L., & Perna, F. M. (2004). The benefits of exercise for the clinically depressed. *Primary Care Companion to The Journal of Clinical Psychiatry*, 6(3), 104–111. <https://doi.org/10.4088/PCC.v06n0301>
- Cuijpers, P., Karyotaki, E., Weitz, E., Andersson, G., Hollon, S. D., van Straten, A., & Ebert, D. D. (2016). The effects of psychotherapies for major depression in adults on remission, recovery and improvement: a meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, 202, 511–517. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.05.045>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Ekers, D., Webster, L., Van Straten, A., Cuijpers, P., Richards, D., & Gilbody, S. (2014). Behavioural activation for depression; an update of meta-analysis of effectiveness and sub group analysis. *PLoS ONE*, 9(6), e100100. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100100>
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L.,... & Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3017–3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>
- European Brain Council. (2017). *The Value of Treatment for Brain Disorders*. bit.ly/4jEtz5V
- Fabiano, N., Puder, D., & Stubbs, B. (2024). The evidence is clear, exercise is not better than antidepressants or therapy: It is crucial to communicate science honestly. *Journal of Physical Activity & Health*, 1–2. <https://doi.org/10.1123/jpah.2024-0743>

- Ferster, C. B. (1973). A functional analysis of depression. *American Psychologist*, 28(10), 857–870. <https://doi.org/10.1037/h0035605>
- Gold, A. K., Rabideau, D. J., Katz, D., Peters, A. T., Bist, J., Albury, E. A.,... & Kinney, K. L. (2024). Self-efficacy for exercise in adults with lifetime depression and low physical activity. *Psychiatry Research Communications*, 4(1). <https://doi.org/10.1016/j.psycom.2023.100036>
- Hamer, M., Endrighi, R., & Poole, L. (2009). Physical activity, stress reduction, and mood: Insight into immunological mechanisms. *Methods in Molecular Biology*, 666, 89–102. https://doi.org/10.1007/978-1-60761-821-1_6
- Heissel, A., Bregenzer, A., & Bengel, J. (2023). Exercise as treatment for depression: a review of meta-analyses. *Frontiers in Psychiatry*, 14, 1022532. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1022532>
- Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). (2024). *GBD Results*. IHME, University of Washington. bit.ly/4kXJz4c
- Knapen, J., Vancampfort, D., Morien, Y., & Marchal, Y. (2015). Exercise therapy improves both mental and physical health in patients with major depression. *Disability and Rehabilitation*, 37(16), 1490–1495. <https://doi.org/10.3109/09638288.2014.972579>
- La Touche, R., de Oliveira, A. B., Paris-Aleman, A., & Reina-Varona, Á. (2024). Incorporating therapeutic education and exercise in migraine management: A biobehavioral approach. *Journal of Clinical Medicine*, 13(20), 6273. <https://doi.org/10.3390/jcm13206273>
- Leeuw, M., Goossens, M. E., Linton, S. J., Crombez, G., Boersma, K., & Vlaeyen, J. W. (2008). The fear-avoidance model of musculoskeletal pain: Current state of scientific evidence. *Journal of Behavioral Medicine*, 30(1), 77–94. <https://doi.org/10.1007/s10865-006-9085-0>
- Malhi, G. S., & Mann, J. J. (2018). Depression. *The Lancet*, 392(10161), 2299–2312. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31948-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31948-2)
- Ministerio de Sanidad. (2023). Informe sobre Salud Mental en España. Recuperado de bit.ly/3Zp2rAL
- Miller, W. R., & Rollnick, S. (2012). *Motivational interviewing: Helping people change* (3rd ed.). The Guilford Press.
- Morres, I. D., Hatzigeorgiadis, A., Stathi, A., Comoutos, N., Krommidas, C., & Theodorakis, Y. (2020). Aerobic exercise for adult patients with major depressive disorder in mental health services: a systematic review and meta-analysis. *Depression and Anxiety*, 37(10), 1007–1020. <https://doi.org/10.1002/da.23041>

- Noetel, M., Sanders, T., Gallardo-Gómez, D., Taylor, P., del Pozo Cruz, B., van den Hoek, D.,... & Lubans, D. R. (2024). Effect of exercise for depression: systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ*, 384, e075847. <https://doi.org/10.1136/bmj-2023-075847>
- Nurhidayati, T., Rizki, A. A., Setyawati, D., Yusuf, A., & Indarwati, R. (2024). Self-efficacy in older adults with depression: A qualitative study. *Healthcare in Low-resource Settings*, 12(4). <https://bit.ly/3FR6mj6>
- Park, J., & Lee, H. (2023). The relationship between depression, self-efficacy, social support, and health-promoting behaviors in Korean single-household women. *Preventive Medicine Reports*, 32, 102156. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2023.102156>
- Ris, S., Moix, J., & Choiniere, M. (2016). Pain-related fear: A critical review of the literature. *Pain Research and Management*, 2016, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2016/4809380>
- Stanton, R., & Reaburn, P. (2014). Exercise and the treatment of depression: a review of the exercise program variables. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(2), 177–182. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.03.010>
- Stubbs, B., Vancampfort, D., Rosenbaum, S., Firth, J., Cosco, T., Veronese, N.,... & Schuch, F. B. (2016). An examination of the anxiolytic effects of exercise for people with anxiety and stress-related disorders: A meta-analysis. *Psychiatry Research*, 244, 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2016.07.028>
- Strohle, A. (2009). Physical activity, exercise, depression and anxiety disorders. *Journal of Neural Transmission*, 116(6), 777–784. <https://doi.org/10.1007/s00702-008-0092-x>
- Treadway, M. T., Bossaller, N. A., Shelton, R. C., & Zald, D. H. (2012). Effort-based decision-making in major depressive disorder: A translational model of motivational anhedonia. *Journal of Abnormal Psychology*, 121(3), 553–558. <https://doi.org/10.1037/a0028813>
- Treadway, M. T., & Zald, D. H. (2011). Reconsidering anhedonia in depression: Lessons from translational neuroscience. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35(3), 537–555. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2010.06.006>
- Vancampfort, D., Firth, J., Schuch, F. B., Rosenbaum, S., Mugisha, J., Hallgren, M.,... & Stubbs, B. (2015). Physical activity and sedentary behavior in people with major depressive disorder: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Psychiatry*, 72(9), 903–910. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2015.0701>

- Verhoeven, J. E., Han, L. K. M., Lever-van Milligen, B. A., Hu, M. X., Révész, D., Hoogendoorn, A. W.,... & Penninx, B. W. (2023). Antidepressants or running therapy: Comparing effects on mental and physical health in patients with depression and anxiety disorders. *Journal of Affective Disorders*, 329, 19–29. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.02.064>
- Vlaeyen, J. W. S., & Linton, S. J. (2012). Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: A state of the art. *Pain*, 153(6), 1144–1147. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2011.12.035>
- Vrieze, E., Pizzagalli, D. A., Demyttenaere, K., Hompes, T., Sienaert, P., de Boer, P.,... & Claes, S. (2013). Reduced reward learning predicts outcome in major depressive disorder. *Biological Psychiatry*, 73(7), 639–645. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2012.10.019>
- Wallman, K. E., Morton, A. R., Goodman, C., Grove, R., & Guilfoyle, A. M. (2004). Randomised controlled trial of graded exercise in chronic fatigue syndrome. *Medical Journal of Australia*, 180(9), 444–448. <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2004.tb05984.x>
- World Health Organization. (2023). Depression. <https://bit.ly/4jB28tL>

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD CIENTÍFICA EN TIKTOK SOBRE EL EJERCICIO EN TRASTORNO DEPRESIVO: PROTOCOLO DE UN ESTUDIO DE ANÁLISIS DE CONTENIDO

DANIEL ZEGARRA CHÁVEZ

Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle

MATEO RIERA MARCO

Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle

ÁLVARO REINA VARONA

Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle

1. INTRODUCCIÓN

1.1. IMPACTO SANITARIO Y SOCIAL DE LOS TRASTORNOS DEPRESIVOS

La depresión es un trastorno prevalente que impacta de manera significativa el estado de ánimo, la funcionalidad psicosocial y la calidad de vida de quienes la padecen. Sus manifestaciones clínicas incluyen tristeza persistente, pérdida de interés, alteraciones en los patrones de sueño y modificaciones en el apetito, entre otros síntomas característicos (Malhi & Mann, 2018).

El Global Burden of Disease estima que las personas afectadas por trastornos depresivos rondan alrededor de 332 millones, lo que supone un 5% de la población adulta. Esto lo sitúa en la segunda causa de años vividos con discapacidad (AVD) por detrás de la lumbalgia (Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2024). Por otro lado, la organización mundial de la salud (OMS) estima que los trastornos mentales serán la primera causa de la carga global de enfermedad en el 2030 (Malhi & Mann, 2018).

En España la prevalencia se estima en un 7% con una tasa de incidencia del 7-8 casos por 1000 personas al año y es 2 veces más común en

mujeres que en hombres (Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2024; Vieta et al., 2021). El consejo Económico y Social estimó en el 2022 que los trastornos mentales suponen un 4.2% del producto internacional bruto (PIB) lo que representa aproximadamente 60 mil millones de euros al año (Consejo Económico y Social España, 2022). La mayoría de estos costos son indirectos, derivados de la pérdida de productividad y el aislamiento social.

En la actualidad, existen varios tratamientos disponibles para la depresión. Los enfoques con mayor evidencia científica según las directrices del Instituto Nacional para la Salud y la Excelencia en el cuidado (NICE) incluyen la psicoterapia, en las que se incluyen la terapia cognitivo-conductual [1++], activación conductual [1++], terapia interpersonal [1+] y terapia cognitiva basada en mindfulness [1+] (*Depression in adults*, 2022; Fonseca Pedrero et al., 2021). También se recomienda la farmacoterapia en casos de depresión grave y en ciertos casos de depresión moderada.

A pesar de las recomendaciones y tratamientos disponibles, un artículo del British Journal of Psychiatry (Thornicroft et al., 2017) analizó las Encuestas Mundiales de Salud Mental (World Mental Health Surveys) de la OMS. Este estudio estableció que los trastornos depresivos mayores están infra-tratados debido a barreras para recibir tratamientos mínimamente adecuados. Las tasas de infra-tratamiento varían, siendo de 1 de cada 5 en los países de ingresos altos y de 1 de cada 27 en los países de ingresos bajos.

El Boletín Psicoevidencias N.º 59 de 2021 (Antonio Cano Vindel & Paloma Ruiz Rodríguez, 2021), estimó que la prevalencia de ansiedad, depresión y somatizaciones alcanzó el 49,2% de los casos atendidos en atención primaria. También mencionó que el 39% de los trastornos de ansiedad no recibió tratamiento en los últimos 12 meses. El consumo de psicofármacos alcanzó la segunda tasa más alta entre los países de la OCDE en 2018, con 169,7 dosis diarias por cada 1000 habitantes. Esto resalta aún más la carga sanitaria a la que se enfrenta España al gestionar pacientes con trastornos del estado de ánimo. Esta preocupación debería abordarse de manera efectiva en los próximos años.

1.2. EJERCICIO FÍSICO EN TRASTORNOS DEPRESIVOS

Por otro lado, el ejercicio es un tratamiento no farmacológico, basado en la evidencia, que reduce de manera significativa los síntomas depresivos e interacciona con varios aspectos de la depresión (B. Singh et al., 2023). Los efectos en depresión leve a moderada son comparables a la psicoterapia y los antidepresivos, pero sin los efectos adversos típicos del tratamiento farmacológico.

Desde un punto de vista biológico el ejercicio ha demostrado aumentar el volumen del hipocampo, reducir los niveles de cortisol y modificar otros biomarcadores potencialmente asociados a la depresión (Beserra et al., 2018; Gujral et al., 2017). A nivel psicosocial mejora el estado de ánimo, la autoestima, autoeficacia y reduce el aislamiento social, la rumiación y pensamientos negativos (Craft, 2005; Craft & Perna, 2004; N. A. Singh et al., 2005).

Metaanálisis recientes han demostrado que distintas modalidades de ejercicio tienen un impacto significativo en la reducción de los síntomas, especialmente cuando se realiza a intensidades moderadas o vigorosas (Noetel et al., 2024). Estos beneficios se han observado tanto en intervenciones con y sin supervisión de profesionales, lo que sugiere que el ejercicio puede ser una alternativa segura y efectiva (Schuch et al., 2016).

A pesar de la evidencia sobre la efectividad del ejercicio físico en depresión, la implementación práctica se enfrenta a diversas barreras y limitaciones. Estas incluyen la falta de motivación, fatiga, miedo al movimiento, ansiedad social y dificultades económicas (Fabiano et al., 2024). Como resultado, los pacientes a menudo tienen dificultades para adherirse a los programas de ejercicio y alcanzar sus objetivos (Fabiano et al., 2024).

Un meta-análisis con meta-regresión sugiere que la tasa de pérdidas en estudios con sujetos que padecen depresión mayor se encuentra en 18.1% (Stubbs et al., 2016). Como predictores mencionan la gravedad de los síntomas y que el programa esté supervisado por fisioterapeutas o fisiólogos del ejercicio.

También hay que destacar que el modelo socioecológico propuesto por Vancampfort et al. (2015) sugiere que la participación en la actividad física está influenciada por una compleja red de factores que incluyen la gravedad de los síntomas depresivos, el índice de masa corporal elevado, la presencia de comorbilidades físicas y baja autoeficacia. Esto implica que para mejorar la adherencia a programas de ejercicio debería realizarse un abordaje multifacético.

1.3. TIKTOK COMO PLATAFORMA DE DIFUSIÓN SOBRE SALUD MENTAL

TikTok es una plataforma audiovisual creada en 2012 por la compañía ByteDance. Su lanzamiento global, como tal, fue en 2018 y desde entonces ha tenido un gran crecimiento global. Según estadísticas de Sensor Tower y eMarketer de 2024, la aplicación alcanzó aproximadamente 1 120 millones de usuarios activos mensuales (Backlinko Team, 2025). Declaraciones oficiales del CEO estiman que en Estados Unidos los usuarios de la plataforma alcanzan aproximadamente 170 millones, lo que representa alrededor del 33 % de la población adulta (Backlinko Team, 2025). Estas cifras posicionan a TikTok entre las cinco redes sociales más utilizadas del mundo, con especial repercusión en personas jóvenes.

Cabe destacar que, más allá de sus números, TikTok se ha convertido en una fuente relevante de información sanitaria. Un estudio reciente realizado en Estados Unidos con 1 026 mujeres jóvenes observó que el 65,5 % había buscado intencionalmente información sobre salud en TikTok, mientras que el 92,4 % la había recibido de forma no intencionada al navegar por la plataforma. La mayor parte de la muestra consideró que la desinformación sanitaria está presente en TikTok en mayor o menor medida (98,15 %). En cambio, la mayoría creía que otras personas eran más susceptibles a ella que ellas mismas. Además, el 93,1 % había obtenido información de profesionales sanitarios, y el 93,9 % de usuarios generales. Las participantes reportaron una preferencia significativa por el contenido producido por profesionales, siendo más propensas a actuar en base a esa información en comparación con la generada por otros usuarios (Kirkpatrick & Lawrie, 2024).

Es importante recalcar que, a diferencia de otros medios, los contenidos en TikTok no están sujetos a revisión por pares ni a mecanismos

explícitos de control de calidad. Esto puede facilitar la difusión de mensajes inexactos, sensacionalistas o incluso dañinos, especialmente cuando se tratan temas complejos y multifactoriales como el tratamiento de trastornos depresivos.

TikTok se ha convertido en una fuente influyente que puede afectar a la percepción pública sobre estrategias terapéuticas como el ejercicio físico en depresión. Su accesibilidad inmediata, unida a un formato visual emocionalmente persuasivo, aumenta su capacidad de impacto, aunque también demanda una evaluación crítica de la calidad del contenido, para reducir los niveles de desinformación en la población. Aunque algunos vídeos los producen profesionales de la salud o del ejercicio, una parte considerable es creada por usuarios sin formación académica. Esto genera incertidumbre sobre la fundamentación científica del contenido de la plataforma.

Investigaciones recientes han confirmado estas preocupaciones. En un análisis de los 100 vídeos más populares bajo el hashtag #mentalhealth, se reportó que más de la mitad contenía información inexacta o engañosa, y que solo un 1 % era producido por profesionales sanitarios (Basch et al., 2022). Estas observaciones son similares a estudios previos en diabetes o el TDAH, donde la calidad del contenido varía significativamente según la formación del creador.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio es evaluar la calidad y el grado de fundamentación científica del contenido disponible en la plataforma TikTok relacionado con la prescripción de ejercicio físico en trastorno depresivo.

Como objetivo secundario, se pretende analizar las diferencias en la calidad y fundamentación científica del contenido en la plataforma de TikTok según las credenciales de los creadores de los vídeos en base a su formación académica. Asimismo, se explorará la posible relación entre la calidad del contenido y las métricas de rendimiento de los vídeos, incluyendo el número de visualizaciones, los "me gusta", los comentarios, las veces que ha sido compartido y la tasa de interacción.

3. METODOLOGÍA

Se llevará a cabo un estudio de análisis de contenido con el objetivo de evaluar la calidad científica del material audiovisual publicado en la plataforma TikTok relacionado con el efecto y la prescripción de ejercicio físico en el tratamiento del trastorno depresivo.

3.1. EXTRACCIÓN VÍDEOS

La extracción de los vídeos para el análisis del contenido se realizará mediante el lenguaje de programación Python. Para el desarrollo del script se emplearán las siguientes bibliotecas:

- Requests para gestionar solicitudes HTTP a la API y el proceso de autenticación OAuth2.
- Pandas para la manipulación estructurada, análisis y exportación de los datos en DataFrame en CSV
- Python-dotenv que permite la gestión segura de las credenciales.

La solicitud de acceso a la API se formalizará a través del portal oficial de TikTok for Developers, mediante la presentación de una propuesta que declare de forma explícita el alcance del uso de los datos, la finalidad de la investigación, los permisos requeridos (en concreto, `research.data.search` y `research.data.basic`), y las medidas de seguridad implementadas para proteger la integridad y confidencialidad de la información.

La estrategia de búsqueda se fundamentará en la recuperación de vídeos públicos asociados a un conjunto de hashtags previamente definidos, seleccionados por su pertinencia temática en relación con el vínculo entre ejercicio físico y salud mental. En particular, se emplearán los siguientes términos: `#exercisedepression`, `#physicalactivitydepression`, `#ejercicioydepresión` y `#actividadfisicaydepresión`. La consulta se ejecutará mediante llamadas al endpoint `video/query` de la API de TikTok for Research, proporcionando como parámetro cada uno de los hashtags junto con un delimitador temporal que incluirá todos los vídeos publicados hasta la fecha de recolección. Con el fin de asegurar la viabilidad computacional del análisis, se establecerá un umbral máximo de resultados por hashtag, limitado a 500 registros. La implementación del

procedimiento incluirá mecanismos de paginación y control de duplicados, garantizando la recuperación sistemática y no redundante del contenido.

Para cada vídeo recuperado, se extraerán los siguientes metadatos: el identificador único del vídeo (`video_id`), el número de visualizaciones (`view_count`), número de "me gusta" (`like_count`), número de comentarios (`comment_count`), número de veces que ha sido compartido (`share_count`), el nombre de usuario del autor (`username`) y la marca temporal de publicación (`create_time`).

3.2. CRIBAJE DE LOS VÍDEOS

Los vídeos extraídos serán cribados por dos investigadores de manera independiente en base a los siguientes criterios:

- Criterios de inclusión: vídeos sobre ejercicio en trastornos depresivos y que estén en español o inglés (subtítulos incluidos)
- Criterios de exclusión: vídeos que no incluyan ninguna modalidad de ejercicio como tratamiento, vídeos publicitarios o con fines no educativos y videos que hablen de subtipos de depresión en otras condiciones físicas como esclerosis múltiple, depresión postparto etc.

Los conflictos se resolverán buscando un consenso entre los dos investigadores y, en caso de ser necesario, con la participación de un tercer evaluador.

3.3 VARIABLES

3.3.1. Datos descriptivos

Como datos descriptivos se registrarán el número de visualizaciones, número de "me gusta", número de comentarios y número de compartidos. A partir de estas variables, se calculará adicionalmente una métrica derivada de rendimiento denominada tasa de interacción o *engagement rate*, definida como la suma de los "me gusta", comentarios y compartidos dividida por el número de visualizaciones, y expresada como porcentaje (**Fórmula 1**).

Fórmula 1. Engagement rate

$$ER = \frac{Likes+Comentarios+Compartidos}{Visitas} \times 100$$

Asimismo, se extraerán datos relacionados con la modalidad y variables de prescripción del ejercicio siguiendo un modelo FITT-VP (frecuencia, intensidad, tipo de ejercicio, tiempo, volumen, progresión).

3.3.2. Credenciales de los autores

Las credenciales de los autores se categorizarán en base a su profesión y formación académica. Las categorías se definieron en base a estudios anteriores (McBriar et al., 2023; Reina-Varona et al., 2022) y por consenso de los autores. Se han establecido 5 categorías en base a estos criterios que son las siguientes:

- Profesional de la salud
- Profesional del ejercicio
- Medicina alternativa
- Profesional no sanitario
- Paciente

En caso de ser necesario se establecerán dos categorías principales en base a la formación académica en prescripción de ejercicio.

3.3.3. Calidad metodológica de los vídeos

Dos investigadores independientes valorarán la calidad metodológica de los vídeos con 3 diferentes escalas. Cualquier discrepancia será resuelta mediante consenso, o en caso de ser necesario, con la participación de un tercer evaluador.

La Global Quality Scale (GQS) evalúa la calidad de los videos en base a la información, el Flow y la utilidad para los pacientes (Bernard et al., 2007). La puntuación va de uno a cinco puntos, en la cual una mayor puntuación indica una mejor calidad. Cada punto tiene una descripción general en base a los 3 criterios mencionados previamente y los investigadores deciden cuál encaja mejor con el vídeo (**Tabla 1**).

La 5-point Discern (A. G. Singh et al., 2012) es una versión modificada de la original elaborada por Charnock et al. (1999). La escala evalúa la calidad de la información en base a las opciones de tratamiento. A diferencia de la escala original que contiene 8 ítems que se evalúan con una escala Likert ascendente de uno a cinco (1-5), la versión modificada se evalúa en base a 5 preguntas de manera dicotómica sumando un punto por cada ítem aplicable al vídeo. Una mayor puntuación implica una mayor calidad del contenido (**Tabla 1**).

La Patient Education Materials Assessment Tool (PEMAT) es una herramienta desarrollada por la Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) para evaluar la comprensibilidad y la acción potencial de materiales educativos dirigidos a pacientes (Shoemaker et al., 2014). En este estudio se utilizará la versión adaptada para materiales audiovisuales (PEMAT-A/V), que contiene 17 ítems distribuidos en dos dominios: comprensibilidad (13 ítems) y capacidad de acción (4 ítems). Cada ítem se valora de forma dicotómica (sí = 1 punto, no = 0 puntos), excluyéndose del cómputo aquellos ítems no aplicables. Las puntuaciones se expresan como un porcentaje del total de ítems aplicables en cada dominio, de modo que un mayor porcentaje indica una mayor calidad en términos de claridad del contenido y de posibilidad de que el espectador actúe en consecuencia.

Tabla 1. *Global Quality Scale y 5-point-Discern en Inglés*

	Global Quality Scale	5-point-Discern
1	Poor quality, poor flow of the video, most information missing, not at all useful for patients	Are the aims clear and achieved?
2	Generally poor quality and poor flow, some information listed but many important topics missing, of very limited use to patients	Are reliable sources of information used? (e.g., publication cited, speaker is board-certified healthcare professional)
3	Moderate quality, suboptimal flow, some important information is adequately discussed but others poorly discussed, somewhat useful for patients	Is the information presented balanced and unbiased?
4	Good quality and generally good flow, most of the relevant information is listed, but some topics not covered, useful for patients	Are additional sources of information listed for patient reference?
5	Excellent quality and flow, very useful for patients	Are areas of uncertainty mentioned?

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se llevará a cabo utilizando el software R (versión 4.x) dentro del entorno RStudio (RStudio PBC, Boston, MA, EE.UU.). Inicialmente se realizará una exploración descriptiva de los datos. Las variables categóricas se resumirán mediante frecuencias absolutas y porcentajes, mientras que las variables continuas se describirán mediante medidas de tendencia central (media y mediana), dispersión (desviación estándar y rango intercuartílico), así como mínimo, máximo y cuartiles (Q1 y Q3). La distribución de las variables se evaluará visualmente mediante histogramas, diagramas de cajas y Q-Q plots, con el objetivo de valorar la asimetría, la curtosis y la presencia de posibles valores atípicos.

La fiabilidad interevaluador se estimará mediante el coeficiente kappa lineal para la fase de cribado inicial de los vídeos. Posteriormente, se calculará el coeficiente kappa cuadrático para las escalas de evaluación de la calidad del contenido. Los valores de kappa se interpretarán siguiendo los criterios propuestos por McHugh (2012): un valor de $\kappa < 0,50$ indicará un bajo nivel de acuerdo; valores entre 0,50 y 0,70 reflejarán un acuerdo moderado; y valores superiores a 0,70 serán considerados indicativos de un alto nivel de fiabilidad entre evaluadores. Los cálculos se realizarán mediante funciones del paquete **irr** de R.

Para el objetivo principal del estudio se emplearán estadísticas descriptivas de las puntuaciones obtenidas en las escalas utilizadas (GQS, Discern y PEMAT-A/V). En función de la distribución de estas variables, se utilizarán pruebas paramétricas o no paramétricas para las comparaciones.

Respecto al objetivo secundario, las comparaciones entre grupos según las credenciales de los creadores se realizarán mediante pruebas de comparación de medias (ANOVA o Kruskal-Wallis), complementadas con análisis post-hoc ajustados por Bonferroni en el caso paramétrico, o mediante comparaciones múltiples robustas en el caso no paramétrico (por ejemplo, test de mediana con remuestreo bootstrap utilizando el paquete **WRS2**) (Mair & Wilcox, 2020).

Asimismo, se explorará la relación entre las puntuaciones de calidad del contenido y las métricas de rendimiento de los vídeos, incluyendo el número de visualizaciones, "me gusta", comentarios, veces

compartido y la tasa de interacción (*engagement rate*). Las asociaciones entre estas variables cuantitativas y semicuantitativas se analizarán mediante el coeficiente de correlación de Spearman. La fuerza de la correlación se interpretará siguiendo los puntos de corte propuestos por Schober, Boer y Schwarte (2018): 0,00–0,10 indica una correlación despreciable; 0,10–0,39 una correlación débil; 0,40–0,69 una correlación moderada; 0,70–0,89 una correlación fuerte; y 0,90–1,00 una correlación muy fuerte.

En caso de no cumplirse los supuestos de normalidad o homocedasticidad en los análisis inferenciales, se aplicarán métodos estadísticos robustos, incluyendo remuestreo con reemplazo (*bootstrap*) con 2000 iteraciones utilizando el paquete **boot**. Se calcularán tamaños del efecto (d de Cohen y η^2 parcial), que se interpretarán siguiendo los puntos de corte propuestos por Cohen (1988): pequeño ($d = 0,2$; $\eta^2 p = 0,01$), medio ($d = 0,5$; $\eta^2 p = 0,06$) y grande ($d \geq 0,8$; $\eta^2 p \geq 0,14$). Estos valores se estimarán utilizando funciones del paquete **effectsize**.

4. CONCLUSIONES

En este capítulo se ha reflejado la prevalencia de los trastornos depresivos a nivel mundial, la efectividad del ejercicio como estrategia terapéutica en este tipo de trastornos y la necesidad de generar una divulgación basada en la evidencia científica en redes sociales.

Ya que la información en plataformas como TikTok no está sujeta a una revisión por pares ni otros filtros de calidad es necesario evaluar la rigurosidad científica de su contenido.

Este protocolo pretende brindar una visión general de la calidad científica de la divulgación sobre la prescripción de ejercicio físico en TikTok. Los datos descriptivos de calidad y su relación con métricas como “me gusta”, visualizaciones y compartidos permitirán saber si el contenido de la plataforma tiene una rigurosidad científica o se debería fomentar medidas como campañas de divulgación basadas en la evidencia por parte de sanitarios para combatir la posible desinformación presente en la plataforma.

5. REFERENCIAS

- Antonio Cano Vindel & Paloma Ruiz Rodríguez. (2021). Prevalencia y abordaje de los trastornos de ansiedad, depresión y somatizaciones. Eficacia y coste-efectividad de las intervenciones psicológicas en Atención Primaria. *Boletín Psicoevidencias*, 59.
- Backlinko Team. (2025). *TikTok Statistics You Need to Know in 2025*. Backlinko. <https://backlinko.com/tiktok-users>
- Basch, C. H., Donelle, L., Fera, J., & Jaime, C. (2022). Deconstructing TikTok Videos on Mental Health: Cross-sectional, Descriptive Content Analysis. *JMIR Formative Research*, 6(5), e38340. <https://doi.org/10.2196/38340>
- Bernard, A., Langille, M., Hughes, S., Rose, C., Leddin, D., & van Zanten, S. V. (2007). A Systematic Review of Patient Inflammatory Bowel Disease Information Resources on the World Wide Web. *Official Journal of the American College of Gastroenterology | ACG*, 102(9), 2070. https://journals.lww.com/ajg/abstract/2007/09000/a_systematic_review_of_patient_inflammatory_bowel.34.aspx
- Beserra, A. H. N., Kameda, P., Deslandes, A. C., Schuch, F. B., Laks, J., & Moraes, H. S. de. (2018). Can physical exercise modulate cortisol level in subjects with depression? A systematic review and meta-analysis. *Trends in Psychiatry and Psychotherapy*, 40(4), 360-368. <https://doi.org/10.1590/2237-6089-2017-0155>
- Charnock, D., Shepperd, S., Needham, G., & Gann, R. (1999). DISCERN: An instrument for judging the quality of written consumer health information on treatment choices. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 53(2), 105-111. <https://doi.org/10.1136/jech.53.2.105>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2.^a ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Consejo Económico y Social España. (2022). *Memoria sobre la situación socioeconómica y laboral de España 2022* (30). <https://www.ces.es/memoria-interactiva-2022/#p=1>
- Craft, L. L. (2005). Exercise and clinical depression: Examining two psychological mechanisms. *Psychology of Sport and Exercise*, 6(2), 151-171. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2003.11.003>
- Craft, L. L., & Perna, F. M. (2004). The Benefits of Exercise for the Clinically Depressed. *Primary Care Companion to the Journal of Clinical Psychiatry*, 6(3), 104-111. <https://doi.org/10.4088/pcc.v06n0301>
- Depression in adults: Treatment and management*. (2022). National Institute for Health and Care Excellence (NICE).

- Fabiano, N., Puder, D., & Stubbs, B. (2024). The Evidence Is Clear, Exercise Is Not Better Than Antidepressants or Therapy: It Is Crucial to Communicate Science Honestly. *Journal of Physical Activity & Health*, 1-2. <https://doi.org/10.1123/jpah.2024-0743>
- Fonseca Pedrero, E., Pérez-Álvarez, M., Al-Halabí, S., Inchausti, F., Muñiz, J., López-Navarro, E., Pérez de Albéniz, A., Lucas Molina, B., Debbané, M., Bobes-Bascarán, M. T., Gimeno-Peón, A., Prado-Abril, J., Fernández-Álvarez, J., Rodríguez-Testal, J. F., González Pando, D., Díez-Gómez, A., García Montes, J. M., García-Cerdán, L., Osma, J., ... Marrero, R. J. (2021). [Evidence-Based Psychological Treatments for Adults: A Selective Review]. *Psicothema*, 33(2), 188-197. <https://doi.org/10.7334/psicothema2020.426>
- Gujral, S., Aizenstein, H., Reynolds, C. F., Butters, M. A., & Erickson, K. I. (2017). Exercise effects on depression: Possible neural mechanisms. *General Hospital Psychiatry*, 49, 2-10. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2017.04.012>
- Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). (2024). *GBD Results*. IHME, University of Washington. <https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/>
- Kirkpatrick, C. E., & Lawrie, L. L. (2024). TikTok as a Source of Health Information and Misinformation for Young Women in the United States: Survey Study. *JMIR Infodemiology*, 4(1), e54663. <https://doi.org/10.2196/54663>
- Mair, P., & Wilcox, R. (2020). Robust statistical methods in R using the WRS2 package. *Behavior Research Methods*, 52(2), 464-488. <https://doi.org/10.3758/s13428-019-01246-w>
- Malhi, G. S., & Mann, J. J. (2018). Depression. *Lancet (London, England)*, 392(10161), 2299-2312. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31948-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31948-2)
- McBriar, J. D., Mishra, A., Shah, H. A., Boockvar, J. A., Langer, D. J., & D'Amico, R. S. (2023). #Neurosurgery: A Cross-Sectional Analysis of Neurosurgical Content on TikTok. *World Neurosurgery*: X, 17, 100137. <https://doi.org/10.1016/j.wnsx.2022.100137>
- McHugh, M. L. (2012). Interrater reliability: The kappa statistic. *Biochemia Medica*, 22(3), 276-282. <https://doi.org/10.11613/BM.2012.031>
- Noetel, M., Sanders, T., Gallardo-Gómez, D., Taylor, P., Del Pozo Cruz, B., van den Hoek, D., Smith, J. J., Mahoney, J., Spathis, J., Moresi, M., Pagano, R., Pagano, L., Vasconcellos, R., Arnott, H., Varley, B., Parker, P., Biddle, S., & Lonsdale, C. (2024). Effect of exercise for depression: Systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 384, e075847. <https://doi.org/10.1136/bmj-2023-075847>

- Reina-Varona, Á., Rivera-Romero, B. R. de, Cabrera-López, C. D., Fierro-Marrero, J., Sánchez-Ruiz, I., & Touche, R. L. (2022). Exercise interventions in migraine patients: A YouTube content analysis study based on grades of recommendation. *PeerJ*, 10, e14150. <https://doi.org/10.7717/peerj.14150>
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). *Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation : Anesthesia & Analgesia*. https://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/fulltext/2018/05000/correlation_coefficients__appropriate_use_and.50.aspx
- Schuch, F. B., Vancampfort, D., Richards, J., Rosenbaum, S., Ward, P. B., & Stubbs, B. (2016). Exercise as a treatment for depression: A meta-analysis adjusting for publication bias. *Journal of Psychiatric Research*, 77, 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2016.02.023>
- Shoemaker, S. J., Wolf, M. S., & Brach, C. (2014). Development of the Patient Education Materials Assessment Tool (PEMAT): A new measure of understandability and actionability for print and audiovisual patient information. *Patient education and counseling*, 96(3), 395-403. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2014.05.027>
- Singh, A. G., Singh, S., & Singh, P. P. (2012). YouTube for Information on Rheumatoid Arthritis—A Wakeup Call? *The Journal of Rheumatology*, 39(5), 899-903. <https://doi.org/10.3899/jrheum.111114>
- Singh, B., Olds, T., Curtis, R., Dumuid, D., Virgara, R., Watson, A., Szeto, K., O'Connor, E., Ferguson, T., Eglitis, E., Miatke, A., Simpson, C. E., & Maher, C. (2023). Effectiveness of physical activity interventions for improving depression, anxiety and distress: An overview of systematic reviews. *British Journal of Sports Medicine*, 57(18), 1203-1209. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106195>
- Singh, N. A., Theodora M. Stavrinou, Yvonne Scarbek, Garry Galambos, Cas Liber, & Maria A. Fiatarone Singh. (2005). A randomized controlled trial of high versus low intensity weight training versus general practitioner care for clinical depression in older adults. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(6), 768-776. <https://doi.org/10.1093/gerona/60.6.768>
- Stubbs, B., Vancampfort, D., Rosenbaum, S., Ward, P. B., Richards, J., Soundy, A., Veronese, N., Solmi, M., & Schuch, F. B. (2016). Dropout from exercise randomized controlled trials among people with depression: A meta-analysis and meta regression. *Journal of Affective Disorders*, 190, 457-466. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2015.10.019>

- Thornicroft, G., Chatterji, S., Evans-Lacko, S., Gruber, M., Sampson, N., Aguilar-Gaxiola, S., Al-Hamzawi, A., Alonso, J., Andrade, L., Borges, G., Bruffaerts, R., Bunting, B., De Almeida, J. M. C., Florescu, S., De Girolamo, G., Gureje, O., Haro, J. M., He, Y., Hinkov, H., ... Kessler, R. C. (2017). Undertreatment of people with major depressive disorder in 21 countries. *British Journal of Psychiatry*, 210(2), 119-124.
<https://doi.org/10.1192/bjp.bp.116.188078>
- Vancampfort, D., Stubbs, B., Sienaert, P., Wyckaert, S., De Hert, M., Rosenbaum, S., & Probst, M. (2015). What are the factors that influence physical activity participation in individuals with depression? A review of physical activity correlates from 59 studies. *Psychiatria Danubina*, 27(3), 210-224.
- Vieta, E., Alonso, J., Pérez-Sola, V., Roca, M., Hernando, T., Sicras-Mainar, A., Sicras-Navarro, A., Herrera, B., & Gabilondo, A. (2021). Epidemiology and costs of depressive disorder in Spain: The EPICO study. *European Neuropsychopharmacology*, 50, 93-103.
<https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2021.04.022>

EFFECTO DE UN PROGRAMA VIRTUAL DE ATENCIÓN PLENA SOBRE EL BIENESTAR DE PERSONAS CON OBESIDAD

MARÍA DE JESÚS SERRANO PLATA

Universidad Autónoma del Estado de México

PATRICIA BALCÁZAR NAVA

Universidad Autónoma del Estado de México

1. INTRODUCCIÓN

La obesidad se caracteriza por el exceso de grasa corporal y su multifactorialidad la hace una epidemia difícil de comprender y abatir (Rubino et al., 2025). Desde 1990 se ha presentado un aumento sostenido en la prevalencia de obesidad a nivel mundial, regional y nacional que, sin una intervención drástica aumentará para el año 2050 (Ng et al., 2025). Actualmente en México 4 de cada 10 adultos presentan este problema de salud pública (Barquera et al., 2024).

La obesidad tiene repercusiones en la salud biopsicosocial de un país. Biológicamente porque si se desarrolla a edades tempranas y a mayor grado de adiposidad, mayor será el riesgo de presentar diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, ciertos tipos de cáncer y trastornos mentales incidiendo negativamente en la calidad de vida (Ng et al., 2025; Rubino et al., 2025). Psicológicamente, las personas que padecen obesidad tienden a tener una autopercepción negativa, baja autoestima, falta de autoaceptación, sentimientos de tristeza o culpa, fatiga, falta de concentración, mala calidad del sueño, así como más estrés, ansiedad y depresión dificultando su adherencia a los programas de salud (Dębski et al., 2024). Socialmente, la atención de la obesidad y sus complicaciones generan gastos de bolsillo para las familias y gastos a los sistemas de salud que los ponen en riesgo de colapsar (Anza-Ramirez et al., 2025).

Es imperativo implementar intervenciones de manera urgente, audaces e integrales y además exista la colaboración multisectorial, así como impulsar reformas estructurales para abordar los determinantes sociales (Tumas et al., 2024; Williams et al., 2024). Aunque los tratamientos farmacológicos de nueva generación parecen ser prometedores, se deben priorizar y fortalecer las estrategias de salud pública y de atención primaria para lograr un impacto generalizado y sostenible (Ng et al., 2025). También, evitar las prescripciones de dietas estrictas y ejercicio físico intenso, al contrario, las recomendaciones deben ser flexibles y centradas en la persona, basadas en evidencia científica y que integren técnicas de atención plena (Hassapidou et al., 2023; Kao et al., 2025; Rubino et al., 2025). Como eje rector, las intervenciones deben mejorar la percepción de la imagen corporal y la salud mental (Chen et al., 2024; Dębski et al., 2024). El cumplimiento de las recomendaciones dietéticas y de actividad física fortalecen la motivación, por lo tanto, las intervenciones deben ser fáciles y asequibles para lograr una adherencia a largo plazo (Dębski et al., 2024).

1.1. LA OBESIDAD DESDE EL MODELO BIOMÉDICO

El modelo biomédico-hegemónico ha guiado la atención en salud, por una parte, se han desarrollado avances tecnológicos que han mejorado el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades; pero, por otra parte, al crear parámetros normativos para un cuerpo sano o enfermo se ha dado paso a la medicalización (Registro et al., 2025). Es decir, se han promovido masivamente campañas pesocentristas y biologicistas que persuaden a la gente para llegar a parámetros ideales (Goodman et al., 2021; Hernández Leonardo & Román Rivera, 2025). Al no tener grandes resultados en los números, las personas recurren a distintos tratamientos sin supervisión profesional como dietas estrictas, tratamientos médicos-estéticos, ejercicio físico muy intenso, suplementación, etc. que ponen en riesgo incluso hasta su vida (García et al., 2024). Desde este enfoque, en lo que se concentran los esfuerzos es en reducir el peso a toda costa y enfocarse en mantenerlo, patologizando cualquier cambio o alteración en los números de interés centrados en el número de kilogramos o de libras.

Bajo el planteamiento anterior, es necesario cambiar el enfoque centrado en el peso y eliminar el estigma, ya que los profesionales de la salud difunden mensajes que pueden ayudar o alejar a las personas que buscan apoyo (Halpern et al., 2023). “Comer menos y hacer más ejercicio para bajar de peso”, como una de las premisas fundamentales de esta visión, solo ha logrado una falta de adherencia, es decir, si existe una fuerte preocupación por la forma corporal, o mayores expectativas de pérdida de peso, o menor pérdida de peso inicial o intentos fallidos de pérdida de peso solo llevan al abandono de los programas (Wang et al., 2024). Es fundamental transcender de un modelo biomédico a un modelo biopsicosocial centrado en la persona para la correcta atención de enfermedades crónicas (Elío-Calvo, 2023).

Las intervenciones para obesidad deben integrar, más allá de las variables físicas-biológicas, un abordaje psicosocial empático y eficiente que permita incidir en el bienestar y la calidad de vida de las personas (Gunsalus et al., 2024). Es todo un reto coordinar equipos de salud conformados por profesionales de la nutrición, psicología y actividad física e integrar los saberes en una sola intervención (Kamei et al., 2024), pero es posible con acciones de atención primaria en el primer nivel de atención (Organización Panamericana de la Salud, n.d.).

1.2. MINDFULNESS COMO OPCIÓN TERAPÉUTICA PARA OBESIDAD

Actualmente con el uso indiscriminado de dispositivos electrónicos y la noción de ser multitareas se ha perdido la capacidad de prestar atención al momento presente. En las últimas décadas se ha identificado que la atención plena o mindfulness tiene potencial en la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas, aumentar la capacidad para afrontar el dolor, reducir el estrés, fomentar la compasión, mejorar la calidad de la atención y reducir los errores médicos (Ludwig & Kabat-Zinn, 2008). Particularmente en personas que viven con obesidad los resultados son prometedores (Kao et al., 2025; Mercado et al., 2021).

1.2.1. Mindful eating

La alimentación consciente integra las técnicas de atención plena a la alimentación, lo que implica una conciencia sin prejuicios de las señales

internas y externas que influyen en el deseo de comer, la elección de alimentos, la cantidad consumida y la forma en que se consumen los alimentos (Fung et al., 2016).

1.2.2. Minful walking

La caminata consciente combina la caminata a una intensidad específica con técnicas de atención plena dirigidas a los componentes esenciales de la marcha como rotación del pie, movimiento de brazos y hombros y postura del torso sin olvidar la toma de conciencia del propio cuerpo y pensamientos, así como de la respiración (Tanaka & Suksom, 2024).

1.3. TELEMEDICINA

La pandemia por COVID-19 marcó el comienzo la telemedicina a nivel mundial compensando la reducción de los servicios de atención presencial (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), n.d.). Uno de los motivos de abandono de los programas para obesidad es la lejanía del servicio de salud (Neri et al., 2024). Para subsanar ese problema, los resultados indican que los programas para obesidad gestionados por telemedicina pueden lograr resultados similares a los de las consultas presenciales tradicionales sin la necesidad tomar medidas físicas frecuentemente (Latorre-Rodríguez et al., 2024).

2. OBJETIVOS

Medir el efecto de un programa virtual de atención plena sobre el bienestar de personas con obesidad.

3. METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE ESTUDIO

Se trata de un estudio de tipo cuasiexperimental de 16 semanas dirigido a personas que viven con obesidad, estos estudios incluyen una intervención (Montero & León, 2005).

3.2. PARTICIPANTES

A través de un correo institucional y redes sociales se invitó a toda la población de la Universidad Autónoma de Estado de México a participar en el programa SIN MEDIDA a realizarse de forma remota. Los participantes cumplieron los criterios de inclusión de ser mayor de edad, contar con diagnóstico de sobrepeso u obesidad ($IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$) o exceso de grasa corporal por bioimpedancia, no padecer enfermedades crónicas y no embarazo. Además de cubrir los datos sociodemográficos, los participantes firmaron una carta de consentimiento informado.

3.3. INSTRUMENTOS

Nivel socioeconómico: se realizaron seis preguntas para determinar el nivel socioeconómico (NSE) a través de la regla AMAI utilizada en encuestas nacionales (Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión (AMAI), 2022).

Escala de Atención plena: se aplicó la versión en español de la Mindful Attention Awareness Scale (MASS). Instrumento confiable y válido para utilizarse con población mexicana. Consta de 15 reactivos con opciones de respuesta en escala tipo Likert que oscila entre 1 (casi siempre) al 6 (casi nunca) (López-Maya et al., 2015).

Escala de bienestar subjetivo: se empleó la versión corta de la Escala de Bienestar Subjetivo (EBS-8). Instrumento confiable y válido para personas hispanohablantes. Consta de 8 reactivos con opciones de respuesta en escala tipo Likert que oscila entre 1 (en desacuerdo) al 6 (totalmente de acuerdo) (Calleja et al., 2022).

Apreciación corporal: se aplicó la versión en español de la 10-item Body Appreciation Scale-2. Instrumento confiable y válido para población mexicana. Consta de 10 reactivos con opciones de respuesta en escala tipo Likert que oscila entre 1 (nunca) a 5 (siempre). (Góngora et al., 2020).

Actividad física: se utilizó la versión corta en español del International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). Este instrumento se ha utilizado en encuestas nacionales y está validado en población mexicana. El cuestionario pregunta por las horas y minutos de actividad física vigorosa,

moderada y caminata realizada en los últimos siete días. Los resultados se convirtieron a equivalentes metabólicos (METs) (Medina et al., 2023).

3.4. PROCEDIMIENTO

Las y los participantes se conectaron por videollamada al inicio del programa, posteriormente a las ocho semanas y a las dieciséis semanas. Se recabaron datos sociodemográficos (sexo, estado civil, escolaridad, religión, ocupación, seguridad social y NSE), se aplicaron los instrumentos de atención plena, bienestar subjetivo, apreciación corporal y actividad física en cada sesión.

Las primeras ocho semanas se prescribió una caminata a intensidad moderada. Se recomendó caminar de 150 a 300 minutos de acuerdo con las posibilidades de las personas a una intensidad entre el 50% y el 70% de la reserva de frecuencia cardíaca para participantes inactivos e insuficientemente activos, y entre el 60% y el 80% para participantes activos y muy activos (utilizando la fórmula de Karvonen). Para aquellos que podrían monitorear su frecuencia se les compartió el rango de pulsaciones; para quienes no pudieron medir la frecuencia, la intensidad se prescribió en función de la percepción subjetiva de la respiración (caminar lo más rápido posible sin jadear y ser capaz de decir una frase larga sin interrupción de la respiración) (Modesto et al., 2021). Para monitorear la adherencia se solicitó que compartieran capturas de pantalla o fotos de su recorrido donde se visualizara el tiempo y las pulsaciones que mantuvieron.

Las siguientes ocho semanas se prescribió un plan de alimentación basado en comidas caseras. El plan se diseñó con base en los hábitos de alimentación y el requerimiento energético de cada participante, se brindaron ejemplos de desayunos, comidas y cenas caseras aceptados culturalmente. Se insistió que más allá de recomendaciones estrictas debían prestar atención en cada tiempo de comida (Laguna-Camacho & Serrano-Plata, 2021). Para monitorear la adherencia se solicitó que compartieran fotos de sus comidas de forma aleatoria y se brindó retroalimentación de cada foto.

Ambas fases estuvieron acompañadas de audios que integraron técnicas de atención plena, compartidos semanalmente por mensajería instantánea. Los audios tenían una duración de menos de cinco minutos y se solicitó escucharlos al menos una vez a la semana. Cada uno de los audios abordaba una temática distinta para prestar atención plena al caminar, por ejemplo, “escaneo corporal y conexión con las sensaciones al caminar” (Rotter et al., 2022). Del mismo modo, para prestar atención plena en la alimentación, por ejemplo, “reconoce cuánto comer” (Fung et al., 2016). Estos audios y temáticas se elaboraron en conjunto por una nutrióloga y una psicóloga del equipo de SIN MEDIDA.

3.5. PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO

Se recopilaron los datos de los tres momentos diferentes de evaluación; los cambios de las visitas uno a dos, de dos a tres y de uno a tres se analizaron con la prueba Wilcoxon, que es una prueba estadística no paramétrica, que comprueba si los valores medios de dos muestras dependientes son diferentes o no.

4. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados referentes a la parte descriptiva y a las evaluaciones realizadas a la semana 8 y a la semana 16, así como las comparaciones entre las diferentes evaluaciones.

4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LOS PARTICIPANTES

Nueve personas completaron el programa de 16 semanas. De ellos, 7 eran mujeres y 2 eran hombres; en cuanto al estado civil 4 participantes eran solteras, 3 casadas y 2 declararon estar divorciadas; respecto su escolaridad, 5 declararon contar con posgrado, 3 tiene escolaridad superior y 1 tenía escolaridad media superior; sobre la religión que profesan 8 personaron declararon ser de religión católica y 1 indicó que no profesaba ninguna religión; en el aspecto laboral 6 personas tenían un trabajo remunerado y 3 no remunerado; 8 personas contaban con seguridad social y 1 no tenía; y, respecto el nivel socioeconómico 5 personas

tuvieron el nivel más alto A/B, 3 personas el nivel medio C y 1 persona el nivel bajo D.

4.2 CAMBIOS INICIALES A LA SEMANA OCHO

Ésta fue la primera fase del programa donde se indicó seguir las recomendaciones de la caminata integrando las técnicas de atención plena.

Las personas reportaron un nivel de actividad física inicial de 614.7 ± 971.6 METs, a las ocho semanas fue de 1169 ± 1223.1 METs, es decir un aumento de 608.4 METs con significancia estadística ($p=0.008$).

El puntaje de atención plena inicial fue de 63.8 ± 17.8 y a las ocho semanas fue de 65.9 ± 15.5 , es decir el aumento fue tan solo de 2.1 puntos sin significancia estadística ($p=0.528$).

Respecto al bienestar subjetivo el puntaje inicial fue de 33.0 ± 13.9 y a las ocho semanas fue de 34.9 ± 11.7 , un aumento de 1.9 puntos sin significancia estadística ($p=0.498$).

En cuanto a la apreciación corporal los participantes iniciaron con un puntaje de 31.7 ± 9.6 y a las ocho semanas tuvieron 35.4 ± 8.3 , un aumento de 3.7 puntos con significancia estadística ($p=0.048$).

4.3 CAMBIOS DE LA SEMANA OCHO A LA SEMANA 16

Ésta fue la segunda fase del programa donde se indicó seguir el plan de alimentación integrando las técnicas de atención plena, sin dejar de caminar.

Las personas reportaron un nivel de actividad física de 1169 ± 1223.1 METs y a las 16 semanas fue de 1172.9 ± 1325.5 METs, es decir tan solo un aumento de 3 METs sin significancia estadística ($p=0.813$) pero que indicó que los participantes continuaron con el hábito de caminar.

El puntaje de atención plena a las ocho semanas fue de 65.9 ± 15.5 y para la semana 16 fue de 68.7 ± 14.4 , es decir aumentó 2.8 puntos sin significancia estadística ($p=0.407$).

Respecto al bienestar subjetivo el puntaje a las ocho semanas fue de 34.9 ± 11.7 y para la semana 16 fue de 36.9 ± 9.7 , un aumento de 2.0 puntos sin significancia estadística ($p=0.407$).

En cuanto a la apreciación corporal los participantes tuvieron un puntaje a las ocho semanas tuvieron 35.4 ± 8.3 y para la semana 16 fue de 38.0 ± 10.4 , un aumento de 2.6 puntos sin significancia estadística ($p=0.183$).

4.4 CAMBIOS INICIALES A LA SEMANA 16

Finalmente se comparó todo el programa desde el inicio a la culminación después de 16 semanas.

Las personas reportaron un nivel de actividad física inicial de 614.7 ± 971.6 METs, a las 16 semanas fue de 1172.9 ± 1326.5 METs, es decir un aumento de 710.8 METs con significancia estadística ($p=0.011$).

El puntaje de atención plena inicial fue de 63.8 ± 17.8 y a las 16 semanas fue de 68.7 ± 14.4 , es decir el aumento fue de 4.9 puntos sin significancia estadística ($p=0.678$).

Respecto al bienestar subjetivo el puntaje inicial fue de 33.0 ± 13.9 y a las 16 semanas fue de 36.9 ± 9.7 , un aumento de 3.9 puntos sin significancia estadística ($p=0.345$).

En cuanto a la apreciación corporal los participantes iniciaron con un puntaje de 31.7 ± 9.6 y a las 16 semanas tuvieron 38.0 ± 10.4 , un aumento de 6.3 puntos con significancia estadística ($p=0.027$).

Aunque el enfoque del programa fue no pesocentrista y se insistió a los participantes la importancia de no pesarse durante las 16 semanas, se solicitó el peso al inicio y al final, que debería tomarse a la misma hora del día, bajo las mismas circunstancias, con el mínimo de ropa y en la misma báscula. El peso promedio fue de 78.4 ± 12.4 kilogramos y al finalizar fue de 77.9 ± 14.0 kilogramos, hubo una reducción de 500 g de peso corporal, pero sin significancia estadística ($p=0.889$).

5. DISCUSIÓN

La presente investigación midió el efecto de un programa virtual de atención plena sobre el bienestar de personas con obesidad. Uno de los hallazgos secundarios, pero de importancia es que a pesar de que el

programa fue virtual, lo cual de alguna manera facilitaba su realización al no tener que salir de casa, se reportó una baja participación, lo que se traduce en un obstáculo, tanto para que se sumen a la experiencia, como para su permanencia, tal y como se ha reportado en otras investigaciones (Brosens et al., 2015; Hernández & Franch, 2019). Este primer dato que resulta desalentador frente a la alta prevalencia de obesidad entre la población adulta podría explicarse también por la baja percepción de riesgo que las personas le adjudican a este fenómeno (Hernández & Franch, 2019; Zepeda Ríos et al., 2024).

Durante las entrevistas iniciales con los participantes, la información que compartieron y parte de las motivaciones para adherirse al programa, es que tienen clara la idea de obesidad como factor de riesgo para la salud, pero le dan más importancia a la cuestión estética. Esta percepción de que, si bien es necesario prevenir otras enfermedades, preservar y atender la salud, la obesidad no se percibe como un problema (Zepeda Ríos et al., 2024), más bien, las personas le dan prioridad a lo físico o estético, lo que también podría explicar la baja participación y adherencia al programa. Aunque en México existen políticas públicas centradas en ofrecer recomendaciones nutricionales, de actividad física y en general estrategias enfocadas en el logro de un mejor estado de salud dirigidas a la atención de obesidad, es necesario incidir en la percepción que sobre el fenómeno tiene la población (Restrepo, 2016).

Otra explicación plausible a la baja participación, es que los programas para atender obesidad son percibidos por las personas como estrategias restrictivas, donde se les prohíbe y se vuelven inalcanzables en cuanto a las metas a cumplir (Hernández & Franch, 2019), además, implica la realización de cambios profundos que necesitan sostenerse por mucho tiempo e involucra un sobreesfuerzo en todos sentidos, incluyendo el aspecto económico, pues se concibe al cuidado corporal como un gasto y un lujo, más que como algo alcanzable con los recursos que tiene.

Otro dato derivado de la descripción de los participantes es la mayor participación de mujeres en comparación con los hombres; esto puede explicarse cuando se analizan las motivaciones subyacentes para participar en este tipo de experiencias. Por ejemplo, en temas de actividad física a los hombres les motiva la competición y el estatus, mientras que

las mujeres se motivan por la apariencia y aspectos sociales (Garita Azoifeifa, 2006), lo cual pudiese explicar este mayor número de participantes mujeres, además de que la caminata e integración de mindfulness podrían ser vistas como actividades poco atractivas para el sexo masculino.

El programa se desarrolló considerando una evaluación inicial, una intermedia a las 8 semanas y otra más a las 16 semanas e incluyó entre algunas de las recomendaciones, la realización de caminata. Al comparar los hallazgos de la evaluación inicial y la evaluación a las 8 semanas, se encontró que hay diferencias significativas, lo que revela un incremento significativo y que de la semana 8 a la semana 16, existió un incremento pero que no fue estadísticamente significativo. De la evaluación inicial a la semana 16, los resultados de la comparación revelan que las diferencias son significativas. La explicación sobre estos resultados referentes a la actividad física es que, si bien no se sostuvo un cambio significativo de la evaluación intermedia a la final, sí se registran cambios de la evaluación inicial a intermedia y entre la inicial y la final. Este resultado refuerza lo que en teoría tendría que contemplarse como herramienta dentro de algún protocolo de intervención para atender obesidad, centrada en pilares entre el cambio de hábitos de alimentación, conocimientos sobre el tema, cambio de creencias, atención a variables personales y emocionales, así como el fomento de la actividad física (Cervantes De Julian et al., 2022; Guiza Montiel, 2023; Tárraga Marcos et al., 2014).

Lo que explicaría el mantenimiento de la cantidad de caminata, aun siendo significativa entre la medición inicial y la final, es que, si bien puede sostenerse un nuevo hábito en su frecuencia e intensidad, se requieren de muchos esfuerzos, de motivación y de la incentivación por parte del exterior, para el logro de un cambio sostenido, además que se sumó el hábito de alimentación. En este caso, si el programa no es realizado de manera presencial y se realiza como un esfuerzo individual, frente a otras experiencias grupales que han demostrado ser exitosas (Tárraga Marcos et al., 2014), es natural que las personas vayan paso a paso de acuerdo con sus posibilidades.

Además del cambio de hábitos de ejercicio y alimentación, se integraron los audios que incluían técnicas de atención plena. En primer lugar, enfocados en la caminata, en escaneo corporal y conexión consigo

mismo, señales de hambre y saciedad, etc. Los resultados revelaron que, de la evaluación inicial a la efectuada a las 8 semanas, de la semana 8 a la 16 y que entre la evaluación inicial y final, existió un incremento en la atención plena, pero en ninguno de los casos existieron diferencias estadísticamente significativas. La literatura reporta que la atención plena o *mindfulness* es una herramienta útil, no obstante, no se encontraron cambios significativos en este estudio, lo que se explica porque el *mindfulness* se utiliza más como una herramienta complementaria de los programas de pérdida de peso y no como un elemento central en ellos. Es decir, la atención plena impacta en procesos como la autorregulación y la adherencia al tratamiento (Lasheras Gómez, 2019), también se reporta una baja en la ansiedad (Tovar Garza et al., 2020) y, por lo tanto, puede haber mantenimiento del peso a largo plazo, interviniendo sobre los procesos psicológicos que ayudan a regular la toma de decisiones frente a los hábitos saludables (Lasheras Gómez, 2019). Lo mismo ocurre con los estados afectivos negativos (estrés, estado de ánimo depresivo, por ejemplo), que están asociados a un impulso de comer, que puede llevar a un incremento de peso (Barceló-Soler et al., 2018) y ante los que es necesario la implementación de estrategias que ayuden a disminuir los episodios de alimentación descontrolada.

En esa misma línea, Félix-Alcántara et al. (2021) argumentan que el *mindfulness* es útil para mejorar la conducta alimentaria, ayudando a reducir la ingesta emocional, los atracones y la alimentación descontrolada, al permitir a la persona establecer una relación con sus experiencias internas (pensamientos, emociones e impulsos), para así poder tener mayor control sobre ellos. Barceló-Soler et al. (2018) indican la utilidad del *mindfulness* en la atención primaria; sin embargo, enuncian que las revisiones sistemáticas sobre el tema no respaldan la hipótesis de que tenga un efecto directo sobre el índice de masa corporal de forma consistente hasta tres meses posteriores al tratamiento. En este sentido, los hallazgos son contradictorios y sería de interés hacer intervenciones para analizar el efecto del *mindfulness*, ya que las intervenciones basadas en *mindfulness* destacan por la relativa brevedad, adaptabilidad y facilidad para poder aplicarse a diferentes tipos de patologías, circunstancias y pacientes, tanto a nivel preventivo como correctivo (Barceló-

Soler et al., 2018; Tovar Garza et al., 2020). Es decir, el uso de técnicas enfocadas en la atención plena en este estudio mostró mejoría aunque no significativa, pudiendo ser una variable mediadora de otros procesos personales que están involucrados en la baja y mantenimiento del peso a largo plazo; por lo anterior, sería importante también considerar en posteriores estudios la evaluación de algunas variables personales, incluyendo rasgos de personalidad, estado de ánimo, nivel de estrés y estrategias de afrontamiento, entre otros, y evaluar el efecto del mindfulness sobre estas variables.

Otra de las variables evaluadas en este programa fue el bienestar subjetivo, mismo que observó un incremento de la semana 1 a la 8, de la 8 a la 16 y de la medición inicial a la final, pero en los tres casos, ningún cambio fue estadísticamente significativo. Pero se tendría que analizar que la obesidad responde a patrones alimentarios y al sedentarismo principalmente, pero también entre sus causas destacan aspectos emocionales, que se manifiestan cuando la persona utiliza la comida como un mecanismo que le permite lidiar con emociones negativas (ansiedad, depresión, como respuesta a estrés, tristeza o sentimientos de soledad). Al mismo tiempo, la presencia de emociones negativas está estrechamente relacionada con un bienestar subjetivo bajo (Zamora Zamora & Robayo Zurita, 2024).

En esta investigación, los resultados referentes a la apreciación corporal revelan que hay un incremento estadísticamente significativo de la evaluación inicial a la semana 8; hay un incremento no significativo de la semana 8 a la 16 y entre la evaluación inicial y la de las 16 semanas, el incremento es significativo. La explicación a este incremento es que la apreciación corporal es un constructo positivo similar al concepto de felicidad, de bienestar o de satisfacción vital, pero tiene su referente en la valoración de agrado o de disgusto que la persona tiene con su cuerpo (Gillen et al., 2021; Linardon, 2021; Nolen & Panisch, 2022). La apreciación corporal está relacionada con hábitos alimentarios más saludables y con una salud mental más positiva (Nolen & Panisch, 2022), así como con menos síntomas de ansiedad y depresión (Inns et al., 2023; Linardon, 2021); además, se asocia con hábitos más saludables (Gillen et al., 2021), reduce la probabilidad de experimentar síntomas de trastornos alimentarios, entre ellos, los atracones y la alimentación restrictiva

(Linardon, 2021). Alvear-Fernández et al. (2021) concluyen que la apreciación corporal tiene una relación inversamente proporcional con el sobrepeso y la obesidad, resultados que son también consistentes con lo reportado por Monsalve-Jaramillo et al. (2022) lo cual explicaría los hallazgos en esta investigación; es decir, al existir mejorías físicas en los participantes, es que se explica el incremento en la apreciación corporal.

Finalmente, respecto a la pérdida de peso nuestros resultados son congruentes con otros estudios que afirman una reducción modesta, ya que no se hicieron cambios drásticos en ejercicio y alimentación (Laguna-Camacho & Serrano-Plata, 2021; Mercado et al., 2021). Particularmente la estrategia de incluir una caminata pudo tener un efecto en la disminución de peso y al mismo tiempo, se incorpora como parte de los cambios de hábitos que se esperan lograr en un paciente con obesidad, de tal forma que aquella energía acumulada, se pueda gastar realizando actividad física (Guiza Montiel, 2023).

6. CONCLUSIONES

El programa SIN MEDIDA demostró tener efectividad para incrementar el nivel de actividad física y mejorar la apreciación corporal de las personas con significancia estadística, así como para generar cambios positivos sobre la atención plena, bienestar subjetivo y peso corporal, aunque sin significancia estadística. Es necesario incrementar el tamaño de la muestra para obtener resultados más robustos, además de que es deseable la inclusión de algunas otras medidas personales y sociodemográficas que permitan entender a la obesidad como un fenómeno que está explicado por diversas variables personales, sociales, culturales, afectivas y comportamentales. Otra conclusión es que se hace necesario que se reorienten los esfuerzos, como se hace en este caso, hacia la construcción de estrategias que se centren en la persona dentro de su contexto particular, haciendo los programas a la medida para el éxito de éstos. Como sugerencia, es imperativo sensibilizar a la población con exceso de grasa corporal a sumarse a programas que prioricen el bienestar integral, más allá del peso y a generar campañas que se centren en la visión de la obesidad no como un aspecto

meramente estético, sino un verdadero problema de salud. Tanto las políticas públicas como las intervenciones para prevenir y tratar la obesidad deben adoptar un enfoque no centrado en el peso para abatir la epidemia desde una perspectiva centrada en la salud y más inclusiva.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Se hace un especial agradecimiento a las personas que se sumaron al programa SIN MEDIDA. Además, se agradece el apoyo de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por la beca posdoctoral otorgada a María de Jesús Serrano Plata.

8. REFERENCIAS

- Alvear-Fernández, C., Cruz-Toledo, C., Morales-Sáez, S., Quiroz-Lagos, B., Ogueda-Fuentes, F., & Nazar, G. (2021). Estilos de alimentación y su asociación con apreciación corporal, internalización del sesgo del peso y autocompasión. *Terapia Psicológica*, 39(1), 123–144. <https://doi.org/10.4067/S0718-48082021000100123>
- Anza-Ramirez, C., Miranda, J. J., Armocida, B., Correia, J. C., Van Spall, H. G. C., Beran, D., Aali, A., Abate, K. H., Abate, S. M., Abbafati, C., Abbasi-Kangevari, M., Abbasi-Kangevari, Z., Abbastabar, H., Abdel-Azeem, A. M., Abdelmasseh, M., Abd-Elsalam, S., Abdelwahab, A., Abdoli, G., Abdollahi, M., ... Zuniga, Y. M. H. (2025). Characterising acute and chronic care needs: insights from the Global Burden of Disease Study 2019. *Nature Communications*, 16(1), 4235. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-56910-x>
- Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión (AMAI). (2022). Niveles socioeconómicos. https://www.amai.org/descargas/CUESTIONARIO_AMAI_2022.pdf
- Barceló-Soler, A., Monreal-Bartolomé, A., Navarro-Gil, M., Beltran-Ruiz, M., & García-Campayo, J. (2018). Mindfulness aplicado a la atención primaria. *FMC - Formación Médica Continuada En Atención Primaria*, 25(10), 564–573. <https://doi.org/10.1016/j.fmc.2018.03.004>
- Barquera, S., Hernández-Barrera, L., Oviedo-Solís, C., Rodríguez-Ramírez, S., Monterrubio-Flores, E., Aguilar-Salinas, C., Galván-Valencia, O., Chávez-Manzanera, E., Campos-Nonato, I., & Rivera-Dommarco, J. (2024). Obesidad en adultos. *Obesity in Adults. Salud Publica Mex*, 66, 414–424. <https://doi.org/10.21149/15863>

- Brosens, C., Terrasa, S., Ventriglia, I., & Discacciatti, V. (2015). Factores que se relacionan con la adherencia al tratamiento de la obesidad en un dispositivo grupal: Estudio exploratorio. *Archivos de Medicina Familiar y General*, 12(2), 13–20.
- Calleja, N., Mason, T. A., & Pérez, O. G. (2022). Subjective Well-Being Scale, short version (EBS-8): Revalidation, measurement invariance and Item Response Theory. *Acta Colombiana de Psicología*, 22(1), 203–217. <https://doi.org/10.14718/ACP.2022.25.1.13>
- Cervantes De Julian, M. A., Mejía Perez, A., Guarneros López, M. del R., Gonzalez López, A. M., Barranco Cuervas, I. A., & Cervantes De Julian, M. R. (2022). Sobre peso, obesidad y la relación entre hábitos alimentarios y actividad física en primer nivel de atención. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, 4, 736–744.
- Chen, S., Zhang, H., Gao, M., Machado, D. B., Jin, H., Scherer, N., Sun, W., Sha, F., Smythe, T., Ford, T. J., & Kuper, H. (2024). Dose-Dependent Association Between Body Mass Index and Mental Health and Changes Over Time. *JAMA Psychiatry*, 81(8), 797. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2024.0921>
- Dębski, J., Przybyłowski, J., Skibiak, K., Czerwińska, M., Wałędziak, M., & Różańska-Wałędziak, A. (2024). Depression and Obesity—Do We Know Everything about It? A Narrative Review. *Nutrients*, 16(19), 3383. <https://doi.org/10.3390/nul16193383>
- Elío-Calvo, D. (2023). Los modelos biomédico y biopsicosocial en medicina. *Revista Médica La Paz*, 29(2), 112–117. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-89582023000200112&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Félix-Alcántara, M. P., Gutiérrez Arana, I., Sancho Salinas, A., Ruiz Velasco, E., Banzo Arguis, C., Villacañas Blázquez, M., Domínguez García, C., Hermosillo Torres, R., & Quintero, J. (2021). Actualización en Psicoterapias para Personas con Obesidad. *Revista de Psicoterapia*, 32(118), 253–271. <https://doi.org/10.33898/rdp.v32i118.442>
- Fung, T. T., Long, M. W., Hung, P., & Cheung, L. W. Y. (2016). An Expanded Model for Mindful Eating for Health Promotion and Sustainability: Issues and Challenges for Dietetics Practice. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(7), 1081–1086. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.03.013>
- García, E. A. G., Patiño, D. C., & Torres, A. R. (2024). Representaciones sociales de productos milagro en pacientes con obesidad y sobrepeso. *International Journal of Professional Business Review*, 9(11), e04989. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2024.v9i11.4989>

- Garita Azofeifa, E. (2006). Motivos de participación y satisfacción en la actividad física, el ejercicio físico y el deporte. *MHSalud: Revista En Ciencias Del Movimiento Humano y Salud*, 3(1). <https://doi.org/10.15359/mhs.3-1.2>
- Gillen, M. M., Markey, C. H., Rosenbaum, D. L., & Dunaev, J. L. (2021). Breastfeeding, body image, and weight control behavior among postpartum women. *Body Image*, 38, 201–209. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2021.04.006>
- Góngora, V. C., Cruz Licea, V., Mebarak Chams, M. R., & Thornborrow, T. (2020). Assessing the measurement invariance of a Latin-American Spanish translation of the Body Appreciation Scale-2 in Mexican, Argentinean, and Colombian adolescents. *Body Image*, 32, 180–189. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2020.01.004>
- Goodman, S., Armendariz, G. C., Corkum, A., Arellano, L., Jáuregui, A., Keeble, M., Marshall, J., Sacks, G., Thrasher, J. F., Vanderlee, L., White, C. M., & Hammond, D. (2021). Recall of government healthy eating campaigns by consumers in five countries. *Public Health Nutrition*, 24(13), 3986–4000. <https://doi.org/10.1017/S1368980021001415>
- Guiza Montiel, M. del R. (2023). Consideraciones en la atención de la obesidad. *Psic-Obesidad*, 12(48), 15–20. <https://doi.org/10.22201/fesz.20075502e.2022.12.48.86838>
- Gunsalus, K. T. W., Mixon, J. K., & House, E. M. (2024). Medical Nutrition Education for Health, Not Harm: BMI, Weight Stigma, Eating Disorders, and Social Determinants of Health. *Medical Science Educator*, 34(3), 679–690. <https://doi.org/10.1007/s40670-024-02025-9>
- Halpern, B., Mancini, M. C., Sande-Lee, S. van de, & Miranda, P. A. C. (2023). “Anti-obesity medications” or “medications to treat obesity” instead of “weight loss drugs” – why language matters – an official statement of the Brazilian Association for the Study of Obesity and Metabolic Syndrome (ABESO) and the Brazilian Society of Endocrinology and Metabolism (SBEM). *Archives of Endocrinology and Metabolism*, 67(4). <https://doi.org/10.20945/2359-4292-2023-0174>
- Hassapidou, M., Vlassopoulos, A., Kalliostra, M., Govers, E., Mulrooney, H., Ells, L., Salas, X. R., Muscogiuri, G., Darleska, T. H., Busetto, L., Yumuk, V. D., Dicker, D., Halford, J., Woodward, E., Douglas, P., Brown, J., & Brown, T. (2023). European Association for the Study of Obesity Position Statement on Medical Nutrition Therapy for the Management of Overweight and Obesity in Adults Developed in Collaboration with the European Federation of the Associations of Dietitians. *Obesity Facts*, 16(1), 11–28. <https://doi.org/10.1159/000528083>
- Hernández Leonardo, F., & Román Rivera, D. I. (2025). Más allá de la balanza: Repensando la salud en un contexto de pesocentrismo. *Journal of Behavior and Feeding*, 4(8), 44–50. <https://doi.org/10.32870/jbf.v4i8.62>

- Hernández, P., & Franch, C. (2019). Percepción del discurso nutricional para el control del sobrepeso y obesidad por parte de mujeres de nivel socioeconómico bajo en Santiago de Chile. *Revista Chilena de Nutrición*, 46(5), 579–584. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182019000500579>
- Inns, S. J., Chen, A., Myint, H., Lilic, P., Ovenden, C., Su, H. Y., & Hall, R. M. (2023). Comparative Analysis of Body Image Dissatisfaction, Depression, and Health-Related Quality of Life in Adults with Type 1 Diabetes: A Case-Control Study. *Nutrients*, 15(18), 3938. <https://doi.org/10.3390/nu15183938>
- Kamei, T., Kawada, A., Minami, K., Takahashi, Z., Ishigaki, Y., Yamanaka, T., Yamamoto, N., Yamamoto, Y., Suzuki, Y., Watanabe, T., & Iijima, K. (2024). Effectiveness of an interdisciplinary home care approach for older adults with chronic conditions: A systematic review and meta-analysis. *Geriatrics & Gerontology International*, 24(9), 827–840. <https://doi.org/10.1111/ggi.14931>
- Kao, T. S. A., Ling, J., Alanazi, M., Atwa, A., & Liu, S. (2025). Effects of mindfulness-based interventions on obesogenic eating behaviors: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 26(3). <https://doi.org/10.1111/obr.13860>
- Laguna-Camacho, A., & Serrano-Plata, M. (2021). Efecto en el peso de una dieta casera en mujeres con sobrepeso u obesidad: un ensayo controlado aleatorizado. *Behavioral Psychology/Psicología Conductual*, 29(3), 743–762. <https://doi.org/10.51668/bp.8321313s>
- Lasheras Gómez, A. (2019). Mindfulness y obesidad: complemento a un programa de pérdida de peso.
- Latorre-Rodríguez, A. R., Shah, R. H., Munir, S., & Mittal, S. K. (2024). Adoption of telemedicine for obesity treatment during the COVID-19 pandemic achieved comparable outcomes to in-person visits. *Obesity Pills*, 12, 100131. <https://doi.org/10.1016/j.obpill.2024.100131>
- Linardon, J. (2021). Positive body image, intuitive eating, and self-compassion protect against the onset of the core symptoms of eating disorders: A prospective study. *International Journal of Eating Disorders*, 54(11), 1967–1977. <https://doi.org/10.1002/eat.23623>
- López-Maya, E., Hernández-Pozo, M. del R., Méndez-Segundo, L., Gutiérrez-García, J. J., Araujo-Díaz, D., Nuñez-Gazcón, A., Cervantes-Sampayo, Lucía Karen, Nava-Alcántara, S., Hölzel, B. K., & Bautista García, L. E. (2015). Psychometric properties of the mexican version of the mindful attention awareness scale (MAAS). *Psychologia. Avances de La Disciplina*, 1(9). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=297233780001>
- Ludwig, D., & Kabat-Zinn, J. (2008). Mindfulness in Medicine. *JAMA*, 300(11), 1350. <https://doi.org/10.1001/jama.300.11.1350>

- Medina, C., Jáuregui, A., Hernández, C., González, C., G Olvera, A., Blas, N., Campos, I., & Barquera, S. (2023). Prevalencia de comportamientos del movimiento en población mexicana. *Salud Pública de México*, 65, s259–s267. <https://doi.org/10.21149/14754>
- Mercado, D., Robinson, L., Gordon, G., Werthmann, J., Campbell, I. C., & Schmidt, U. (2021). The outcomes of mindfulness-based interventions for Obesity and Binge Eating Disorder: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Appetite*, 166, 105464. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105464>
- Modesto, B. T., Bartholomeu, T., Basso, L., Riani Costa, L. A., Tinucci, T., & Moraes Forjaz, C. L. (2021). Effects of a Real-Life Park-Based Physical Activity Interventional Program on Cardiovascular Risk and Physical Fitness. *Preventing Chronic Disease*, 18, E18. <https://doi.org/10.5888/PCD18.200115>
- Monsalve-Jaramillo, E., Cobo-Mejía, E. A., Botello-Garnica, J. D., & Botello-Garnica, J. A. (2022). Correlación entre IMC con el autoconcepto físico y apreciación corporal en personas mayores. *Salud Uninorte*, 38(01), 51–67. <https://doi.org/10.14482/sun.38.1.618.974>
- Montero, I., & León, O. G. (2005). Sistema de clasificación del método en los informes de investigación en Psicología. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 5(1), 115–127. <https://www.redalyc.org/pdf/337/33701007.pdf>
- Neri, L. de C. L., Mariotti, F., Guglielmetti, M., Fiorini, S., Tagliabue, A., & Ferraris, C. (2024). Drop out in cognitive behavioral treatment in adults living with overweight and obesity: a systematic review. *Frontiers in Nutrition*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1250683>
- Ng, M., Gakidou, E., Lo, J., Abate, Y. H., Abbafati, C., Abbas, N., Abbasian, M., Abd ElHafeez, S., Abdel-Rahman, W. M., Abd-Elsalam, S., Abdollahi, A., Abdoun, M., Abdulah, D. M., Abdulkader, R. S., Abdullahi, A., Abedi, A., Abeywickrama, H. M., Abie, A., Aboagye, R. G., ... Vollset, S. E. (2025). Global, regional, and national prevalence of adult overweight and obesity, 1990–2021, with forecasts to 2050: a forecasting study for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet*, 405(10481), 813–838. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)00355-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)00355-1)
- Nolen, E., & Panisch, L. S. (2022). The Relationship between Body Appreciation and Health Behaviors among Women and Adolescent Girls: A Scoping Review. *Health & Social Work*, 47(2), 113–122. <https://doi.org/10.1093/hsw/hlac006>
- Organización Panamericana de la Salud. (n.d.). Atención primaria de salud. <https://www.paho.org/es/temas/atencion-primaria-salud>

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (n.d.). Digital health. <https://www.oecd.org/en/topics/digital-health.html>
- Registro, M., Elias, G. P., & Seti, M. E. R. (2025). Reflexões sobre o modelo biomédico e suas implicações no campo da saúde coletiva. *Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia*, 13(1). <https://doi.org/10.16891/2317-434X.v13.e5.a2025.id1988>
- Restrepo, J. E. (2016). El concepto de riesgo: avances hacia un modelo de percepción de riesgo en salud. *Psicoespacios*, 10(16), 174. <https://doi.org/10.25057/21452776.718>
- Rotter, G., Ortiz, M., Binting, S., Tomzik, J., Reese, F., Roll, S., Brinkhaus, B., & Teut, M. (2022). Mindful Walking in Patients with Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Integrative and Complementary Medicine*, 28(6), 474–483. <https://doi.org/10.1089/jicm.2021.0361>
- Rubino, F., Cummings, D. E., Eckel, R. H., Cohen, R. V., Wilding, J. P. H., Brown, W. A., Stanford, F. C., Batterham, R. L., Farooqi, I. S., Farpour-Lambert, N. J., Roux, C. W. le, Sattar, N., Baur, L. A., Morrison, K. M., Misra, A., Kadowaki, T., Tham, K. W., Sumithran, P., Garvey, W. T., ... Mingrone, G. (2025). Definition and diagnostic criteria of clinical obesity. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 13(3), 221–262. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(24\)00316-4](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(24)00316-4)
- Tanaka, H., & Suksom, D. (2024). Impact of Religion-Based Mindful Walking Meditation on Cardiometabolic and Mental Health. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 52(4), 126–131. <https://doi.org/10.1249/JES.00000000000000341>
- Tárraga Marcos, M. L., Rosich, N., Panisello Royo, J. M., Gálvez Casas, A., Serrano Selva, J. P., Rodríguez-Montes, J. A., & Tárraga López, P. J. (2014). Eficacia de las estrategias de motivación en el tratamiento del sobrepeso y obesidad. *Nutrición Hospitalaria*, 30(4), 741–748. <https://doi.org/10.3305/NH.2014.30.4.7704>
- Tovar Garza, E. Y., Orozco Ramírez, L. A., & Ybarra Sagarduy, J. L. (2020). El Mindfulness y ansiedad en pacientes con obesidad mórbida. *Revista Digital Internacional de Psicología y Ciencia Social*, 6(1), 65–80. <https://doi.org/10.22402/j.rdipycs.unam.6.1.2020.216.65-80>
- Tumas, N., de la Vega, C., Navarro, M. G. Z., Cash-Gibson, L., Carreño, P., Pericàs, J. M., & Benach, J. (2024). Políticas públicas e intervenciones para prevenir el exceso de peso en México: análisis desde una perspectiva interseccional. *Ciência & Saúde Coletiva*, 29(9), e04142023. <https://doi.org/10.1590/1413-81232024299.04142023>

- Wang, D., Benito, P. J., Rubio-Arias, J. Á., Ramos-Campo, D. J., & Rojo-Tirado, M. A. (2024). Exploring factors of adherence to weight loss interventions in population with overweight/obesity: an umbrella review. *Obesity Reviews*, 25(9). <https://doi.org/10.1111/obr.13783>
- Williams, M. S., McKinney, S. J., & Cheskin, L. J. (2024). Social and Structural Determinants of Health and Social Injustices Contributing to Obesity Disparities. *Current Obesity Reports*, 13(3), 617. <https://doi.org/10.1007/S13679-024-00578-9>
- Zamora Zamora, G. E., & Robayo Zurita, V. A. (2024). Obesidad y alimentación emocional: una revisión de literatura. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 6(6), 314–332. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i6.1265>
- Zepeda Ríos, P. A., Cárdenas Villarreal, V. M., Hernandez Martinez, N., & Quintana Zavala, M. O. (2024). Creencias sobre prácticas de alimentación y obesidad de madres con hijos menores de 5 años del noroeste de México. *Cultura de Los Cuidados: Revista de Enfermería y Humanidades*, ISSN-e 1699-6003, ISSN 1138-1728, No. 68, 2024, Págs. 241-256, 68(68), 241–256. <https://doi.org/10.14198/cuid.26217>

SECCIÓN XII.

EJERCICIO Y ACTIVIDAD FÍSICA
EN PACIENTES CON DOLOR

RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE FUERZA MUSCULAR DE LA PARED ABDOMINAL Y EL DOLOR EN PACIENTES CON HERNIAS ABDOMINALES DE LÍNEA MEDIA

JOSÉ LUIS GIL DELGADO
Universidad de Sevilla

JOSÉ ANTONIO ASÍAN CLIMENTE
Universidad Pablo de Olavide

CARLOS GALIANO DE LA ROCHA
Universidad Loyola

GONZALO REVERTE PAGOLA
Universidad de Sevilla

1. INTRODUCCIÓN

1.1. INCIDENCIA NACIONAL DE LAS HERNIAS Y COSTES ASOCIADOS A SU REPARACIÓN

Las hernias de la pared abdominal (Abdominal Wall Hernias, AWH) son una de las condiciones quirúrgicas más prevalentes en el ámbito sanitario global y nacional. En España, se estima que más del 10 % de la población desarrollará algún tipo de hernia abdominal a lo largo de su vida, con una incidencia especialmente elevada en personas mayores, pacientes con antecedentes de cirugía abdominal o que presentan factores predisponentes como la obesidad, el tabaquismo o el esfuerzo físico repetido (Olona et al., 2024).

Desde el punto de vista económico, el tratamiento quirúrgico de las hernias representa un coste significativo para el sistema sanitario. Se calcula que en España se realizan anualmente más de 80.000 reparaciones de hernias abdominales, lo que supone uno de los procedimientos quirúrgicos más comunes en los hospitales públicos y privados (Pereira

Rodríguez & López Cano, 2023). Esta elevada carga asistencial se traduce en un notable impacto económico: según estimaciones recientes, el coste medio por intervención se sitúa entre los 2.000 y 5.000 euros, dependiendo del tipo de hernia, la técnica empleada (abierta o laparoscópica), y la complejidad del caso (De Miguel Ibañez et al., 2011). A ello se suman los costes indirectos derivados de las bajas laborales, complicaciones postoperatorias y la necesidad de reintervenciones en casos de recurrencia, cuya tasa oscila entre el 10 % y el 30 % dependiendo del tipo de hernia y del tratamiento aplicado (Fra et al., 2024).

En este contexto, optimizar el manejo clínico de los pacientes con AWH y desarrollar estrategias que mejoren los resultados funcionales tras la reparación se ha convertido en una prioridad. Comprender mejor los factores que influyen en la experiencia sintomática del paciente, especialmente el dolor, y su relación con variables funcionales como la fuerza muscular, puede abrir nuevas vías para personalizar los enfoques terapéuticos y rehabilitadores.

1.2. SINTOMATOLOGÍA DE LOS PACIENTES CON HERNIA: DOLOR Y CALIDAD DE VIDA

La sintomatología de las hernias de la pared abdominal puede variar notablemente entre los pacientes, dependiendo del tipo, tamaño y localización de la hernia, así como del estado físico general del paciente. Sin embargo, existe un consenso clínico en torno a un síntoma que aparece de forma recurrente y que condiciona gravemente la calidad de vida de quienes lo padecen: el dolor localizado en la zona herniada (Bruce et al., 2003).

Este dolor puede presentarse de forma constante o intermitente, con una intensidad que fluctúa según la actividad física, la postura, o el momento del día. Muchos pacientes lo describen como una sensación de presión, tirantez o quemazón, que se agrava al realizar esfuerzos físicos como levantar peso, toser o permanecer de pie durante periodos prolongados (Pérez Lara et al., 2015). En casos más severos, el dolor puede irradiar a otras zonas del abdomen o incluso provocar limitación funcional, afectando la marcha, la postura y la ejecución de tareas cotidianas.

Además del componente físico, el dolor en las AWH tiene un impacto psicológico considerable (Van Ramshorst et al., 2012). La persistencia del dolor puede generar ansiedad, alteraciones del sueño, y una percepción negativa del propio estado de salud. En estudios de calidad de vida realizados en pacientes con hernias abdominales, se ha documentado una reducción significativa en indicadores como la movilidad, la capacidad para realizar actividades laborales o recreativas, y la percepción general del bienestar físico (Snyder et al., 2011).

A todo ello se suma la incertidumbre sobre la evolución del cuadro clínico, especialmente en aquellos pacientes que presentan contraindicaciones quirúrgicas o han sufrido una recurrencia. Esta situación lleva en muchos casos a una cronificación del dolor, con un componente neuropático añadido, y a un deterioro progresivo de la función muscular abdominal, lo que a su vez puede agravar el problema herniario (Hansen et al., 2009).

En este contexto, resulta fundamental profundizar en los mecanismos que podrían estar modulando la experiencia del dolor en pacientes con AWH, más allá de la anatomía de la hernia o su tratamiento quirúrgico. En particular, el papel de la fuerza muscular de la pared abdominal como posible modulador del dolor se presenta como una línea de investigación de especial interés clínico y rehabilitador.

1.3. RELACIÓN ENTRE FUERZA MUSCULAR Y DOLOR EN OTRAS PATOLOGÍAS

Diversos estudios han evidenciado una relación significativa entre los niveles de fuerza muscular y la intensidad del dolor percibido en pacientes con patologías musculoesqueléticas. Esta relación, que apunta a una menor intensidad de dolor en pacientes con mayor fuerza muscular, se ha observado en condiciones como la lumbalgia crónica, las tendinopatías del miembro superior, la artrosis de rodilla y la fibromialgia, entre otras (Henriksen et al., 2011; Kim et al., 2022; van Wilgen et al., 2003). El mecanismo detrás de esta asociación parece estar relacionado con una mayor capacidad del sistema musculoesquelético para absorber cargas, estabilizar estructuras articulares y reducir la sobrecarga mecánica sobre los tejidos lesionados o vulnerables.

En el caso concreto del dolor lumbar, se ha documentado que los pacientes con unos mayores valores de fuerza presentan unos niveles de dolor inferiores (de Sousa et al., 2019). Programas de entrenamiento orientados a mejorar la fuerza isométrica y la resistencia muscular de la región abdominal han mostrado efectos positivos tanto en la percepción del dolor como en la calidad de vida de los pacientes.

Este mismo patrón se ha replicado en estudios sobre dolor cervical y escapular, donde un fortalecimiento específico de los grupos musculares implicados se asocia con mejoras clínicas sustanciales (Tolentino et al., 2018). Incluso en patologías de componente inflamatorio o sistémico, como la artritis reumatoide, se ha observado que los niveles de fuerza muscular están inversamente relacionados con la intensidad del dolor y con la discapacidad funcional (Dimple, 2022).

Sin embargo, en el ámbito de las hernias abdominales, esta relación ha sido escasamente explorada. La mayoría de los estudios se centran en aspectos anatómicos, quirúrgicos o biomecánicos, sin profundizar en cómo el estado funcional de la musculatura abdominal podría influir en la experiencia del dolor. Esta laguna en la literatura motiva la necesidad de investigaciones que analicen la posible correlación entre fuerza muscular abdominal y dolor en pacientes con AWH, utilizando medidas objetivas y reproducibles.

2. OBJETIVOS

El objetivo de este estudio fue analizar la posible relación entre la fuerza muscular de la pared abdominal y la percepción del dolor en pacientes diagnosticados con hernia de la pared abdominal (AWH). Para ello, se evaluaron distintos parámetros de fuerza, como la fuerza isométrica máxima (FIM) y el Rate of Force Development (RFD), mediante pruebas específicas en planos sagital y transversal, y se relacionaron con la intensidad del dolor medida a través de una escala analógica visual (VAS). El propósito final fue determinar si una mayor fuerza abdominal se asocia con una menor percepción del dolor, como se ha observado en otras patologías musculoesqueléticas, lo que podría tener implicaciones clínicas relevantes en el abordaje terapéutico de estos pacientes.

3. METODOLOGÍA

El presente trabajo corresponde a un estudio observacional, de tipo transversal, diseñado con el objetivo de analizar la posible relación entre la fuerza muscular de la pared abdominal y la percepción del dolor en pacientes con diagnóstico de hernia de la pared abdominal (AWH, por sus siglas en inglés Abdominal Wall Hernia). Esta investigación fue llevada a cabo en el Hospital Universitario Virgen del Rocío (Sevilla, España), un centro de referencia en el ámbito de la cirugía general y del aparato digestivo, lo que permitió el acceso a una población clínica adecuada para el desarrollo del estudio.

La elección del diseño transversal responde a la necesidad de establecer asociaciones entre variables medidas en un único momento temporal, sin intervención terapéutica previa por parte del equipo investigador. Este tipo de diseño resulta especialmente pertinente en estudios exploratorios como el presente, donde el objetivo principal es identificar posibles relaciones entre variables clínicas y funcionales que puedan servir de base para investigaciones futuras más amplias o intervenciones específicas.

El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité de Ética del hospital, y todos los procedimientos se ajustaron a las directrices éticas establecidas en la Declaración de Helsinki. Todos los participantes fueron informados del propósito del estudio y firmaron un consentimiento informado antes de su inclusión.

3.1. MUESTRA EMPLEADA

La muestra estuvo compuesta por 16 pacientes con diagnóstico clínico de hernia de la pared abdominal de línea media, confirmada por exploración física y estudios de imagen, que fueron atendidos en consulta de Cirugía General del Hospital Universitario Virgen del Rocío entre los meses de enero y junio de 2023. De los 16 participantes, 13 fueron mujeres y 3 hombres, con una edad media de 58,4 años ($DE \pm 11,2$).

Los criterios de inclusión fueron: (1) pacientes con hernias de línea media > 4 cm de diámetro; (2) edad comprendida entre los 40 y 75 años; (3) capacidad para realizar las pruebas físicas requeridas; y (4) comprensión suficiente del procedimiento de evaluación y de las escalas

utilizadas, tal como se valoró en una entrevista clínica previa. Se excluyeron aquellos pacientes que presentaran: (1) patología neurológica o musculoesquelética que afectara significativamente la movilidad o la fuerza del tronco; (2) antecedentes recientes de cirugía abdominal (< 3 meses); o (3) cualquier contraindicación médica para la realización de esfuerzos físicos de carácter submáximo o máximo.

La captación de los pacientes se realizó de manera consecutiva conforme acudían a consulta externa, siendo valorados por el equipo investigador en una única sesión de evaluación programada en el mismo centro hospitalario.

3.2. VARIABLES E INSTRUMENTOS EMPLEADOS

3.2.1. Evaluación de la fuerza muscular del tronco

Para valorar la fuerza de la musculatura de la pared abdominal, se empleó un test de flexión del tronco isométrico, utilizando una galga extensiométrica (Chronojump, Barcelona, España). Las mediciones se realizaron en dos planos: (a) plano sagital, con el tronco flexionado a 90° respecto a la cadera, y (b) plano transversal, con rotación del tronco a 45°, orientando la fuerza hacia los oblicuos abdominales.

Los pacientes fueron instruidos para realizar una contracción isométrica máxima en cada posición, manteniendo la tensión durante 3 a 5 segundos, mientras el dinamómetro registraba la fuerza ejercida en Newtons (N). Se realizaron tres repeticiones por cada plano de evaluación, separadas por un descanso de al menos 60 segundos para evitar la fatiga muscular. Se utilizó el valor más alto registrado de las tres repeticiones como medida representativa de la Fuerza Isométrica Máxima (FIM) en cada plano.

Además de la FIM, se evaluó el *Rate of Force Development* (RFD), entendido como la velocidad con la que el paciente era capaz de generar fuerza desde el inicio del esfuerzo hasta alcanzar su pico máximo. Esta variable se expresa en N/s y fue registrada automáticamente por el dinamómetro mediante software asociado. El RFD se ha mostrado como un indicador relevante en estudios de fuerza funcional y dolor

musculoesquelético, al reflejar la capacidad neuromuscular para generar respuestas rápidas ante demandas posturales o mecánicas.

El dinamómetro utilizado fue previamente calibrado y validado, garantizando la precisión de las mediciones. Todo el procedimiento fue estandarizado y realizado por el mismo evaluador, con el objetivo de reducir la variabilidad interobservador.

FIGURA 1. Evaluación de la fuerza muscular de la pared abdominal en el plano sagital



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 2. Evaluación de la fuerza muscular de la pared abdominal en el plano transversal



Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Evaluación del dolor percibido

La intensidad del dolor fue evaluada mediante una Escala Analógica Visual (VAS, por sus siglas en inglés *Visual Analogue Scale*), que consiste en una línea horizontal de 10 centímetros de longitud, en la cual el paciente marca un punto que representa la intensidad del dolor que ha sentido en los últimos 7 días en la zona herniada. El extremo izquierdo representa “ningún dolor” (valor = 0) y el extremo derecho representa el “máximo dolor imaginable” (valor = 10).

Esta escala es ampliamente utilizada en contextos clínicos y de investigación, debido a su facilidad de uso, validez y sensibilidad para detectar cambios en la percepción del dolor. Los pacientes fueron instruidos cuidadosamente en su uso, asegurándose de que comprendieran el significado de los extremos y de la escala en general.

La puntuación registrada fue considerada como la variable principal de dolor para su análisis estadístico.

3.3. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS EMPLEADAS

Para el análisis de los datos se utilizó el software IBM SPSS Statistics (versión 27.0). En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de las variables, expresando las cuantitativas mediante media y desviación estándar, y las categóricas mediante frecuencias y porcentajes. A continuación, se comprobó la normalidad de las variables cuantitativas mediante el test de Shapiro-Wilk, lo cual permitió seleccionar el coeficiente de correlación más adecuado según la distribución de los datos.

Cuando las variables presentaban una distribución normal, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson. En los casos en que no se cumplía esta condición, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (rho). Se consideraron significativas aquellas asociaciones con un valor de p inferior a 0,05. La fuerza de las correlaciones se interpretó según rangos establecidos, que van desde relación nula hasta relación perfecta.

4. RESULTADOS

En la Tabla 1 se detallan las características descriptivas de la muestra, compuesta por 16 pacientes. El peso medio fue de 87 kg, la altura promedio de 165 cm y el índice de masa corporal (IMC) se situó en 32, indicando un perfil general de obesidad. En cuanto a la composición corporal, la masa muscular media fue de 58 kg, mientras que la masa grasa alcanzó un promedio de 38 kg.

TABLA 1. Características descriptivas de la muestra

	Altura	Peso	IMC	MM	MG
n	16	16	16	16	16
Media	165	87,9	32,2	38,8	58,1
sd	9,50	16,6	5,22	7,62	7,20
Mínimo	152	66,1	24,9	27,1	45,3
Máximo	185	121	42	52,3	69,3

Nota: sd: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; MM: Masa muscular; MG: Masa grasa

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 2, los resultados del estudio evidenciaron una relación significativa entre determinados niveles de fuerza muscular de la pared abdominal y la intensidad del dolor percibido en pacientes con hernias de la pared abdominal (AWH). En concreto, se observó una correlación fuerte y negativa entre el dolor, evaluado mediante una escala analógica visual (VAS), y dos de las variables de fuerza medidas en el plano sagital a 90 grados: la fuerza isométrica máxima (FIM) y el *Rate of Force Development* (RFD). En el caso de la FIM, se encontró una correlación de $r = -0,568$ ($p = 0,043$), mientras que para el RFD la correlación fue aún más marcada, con un valor de $r = -0,619$ ($p = 0,024$). Estos resultados indican que, a mayor fuerza abdominal en esa posición, menor era el dolor referido por los pacientes. No obstante, es importante señalar que no se hallaron relaciones significativas entre los niveles de dolor y las mismas variables de fuerza (FIM y RFD) cuando estas fueron evaluadas en el plano transversal a 45 grados. Esto podría deberse a la menor implicación funcional de dicha angulación en las actividades cotidianas o a una menor sensibilidad del test para detectar diferencias en la activación muscular en ese plano específico.

TABLA 2. Correlación entre los niveles de fuerza muscular del tronco y el dolor, en pacientes con AWH

	VAS	FIM_90	RFD_90	FIM_45	RFD_45
VAS	-				
	-				
FIM_90	$r = -0,568^*$	-			
	$p = 0,043$				
RFD_90	$r = -0,619^*$	$r = 0,400$	-		
	$p = 0,024$	$p = 0,225$			
FIM_45	$r = -0,212$	$r = 0,571^*$	$r = 0,427$	-	
	$p = 0,487$	$p = 0,045$	$p = 0,193$		
RFD_45	$r = -0,446$	$r = 0,593^*$	$r = 0,382$	$r = 0,604^*$	-
	$p = 0,127$	$p = 0,036$	$p = 0,248$	$p = 0,032$	

*El modelo de regresión es significativo al nivel 0,05.

**El modelo de regresión es significativo al nivel 0,01.

Nota: VAS: Escala visual analógica; FIM_90: Fuerza isométrica máxima 90°; RFD_90: Rate of force development 90°; FIM_45: Fuerza isométrica máxima 45°; RFD_45: Rate of force development 45°

5. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio han puesto de manifiesto una relación inversa y significativa entre los niveles de fuerza muscular de la pared abdominal y la percepción del dolor en pacientes con hernias de la pared abdominal (AWH). Específicamente, se halló una correlación fuerte y negativa entre la fuerza isométrica máxima (FIM) y el *Rate of Force Development* (RFD) evaluados en el plano sagital a 90°, y los niveles de dolor medidos mediante una escala analógica visual (VAS). Estos hallazgos resultan especialmente relevantes en el contexto clínico de la AWH, ya que permiten identificar la fuerza muscular abdominal como una posible variable moduladora del dolor, abriendo nuevas perspectivas en el abordaje terapéutico no invasivo de esta patología.

En primer lugar, es importante contextualizar estos resultados dentro del marco de las hernias de la pared abdominal. Las AWH son un problema de salud prevalente, con una incidencia creciente, especialmente en personas con obesidad, cirugías abdominales previas o debilidad estructural del tejido conjuntivo. El dolor crónico o recurrente en la zona herniada es uno de los síntomas más reportados por los pacientes y constituye una de las principales causas de disminución de la calidad de vida. Sin embargo, la etiología del dolor no siempre se relaciona exclusivamente con factores anatómicos, como el tamaño de la hernia o la compresión de estructuras internas, sino que parece responder también a variables funcionales, como el nivel de fuerza, el control motor y la capacidad de estabilización del tronco.

Diversos estudios en otras condiciones musculoesqueléticas han respaldado la idea de que mayores niveles de fuerza muscular se asocian con menores niveles de dolor. Por ejemplo, en pacientes con dolor lumbar crónico, Segura-Jiménez et al. (2024) encontraron que aquellos con mayor fuerza y resistencia del tronco reportaban menos dolor y discapacidad. De manera similar, en la revisión sistemática elaborada por Chang et al. (2015) se observó que los programas de fortalecimiento del tronco eran más efectivos que otros enfoques en la reducción del dolor lumbar. Aunque estos estudios no se enfocaron en la AWH, comparten un denominador

común: el dolor localizado en la región central del cuerpo y su asociación con deficiencias en la musculatura abdominal y paravertebral.

En el caso de las hernias, la literatura existente es más escasa en cuanto a estudios que hayan explorado la relación entre fuerza y dolor, aunque comienzan a emerger algunas investigaciones relevantes. Por ejemplo, en un estudio reciente, Emanuelsson et al. (2016) examinó como afectaba la reparación de diástasis del recto abdominal en los niveles de fuerza y calidad de vida en pacientes con hernias incisionales, encontrándose que aquellos pacientes con mayores niveles de fuerza post cirugía, presentaban una mayor calidad de vida.

Los hallazgos del presente estudio concuerdan, por tanto, con esta línea de investigación emergente. La correlación negativa entre la fuerza abdominal en 90° y el dolor sugiere que una mayor capacidad para generar y sostener contracción isométrica en posiciones funcionalmente exigentes podría amortiguar el impacto del dolor. El hecho de que el *Rate of Force Development* también esté involucrado refuerza esta hipótesis, ya que el RFD está estrechamente relacionado con la capacidad de responder de forma rápida y eficiente a perturbaciones posturales, lo que podría ser clave para la estabilización del área herniada durante las actividades diarias (Rossi et al., 2017).

En contraste, resulta llamativa la ausencia de relación significativa entre el dolor y las variables de fuerza evaluadas en 45°. Este hallazgo puede interpretarse desde varias perspectivas. En primer lugar, la inclinación a 45° en sedestación puede no representar una carga funcional tan exigente como la posición a 90°, lo que podría reducir la sensibilidad del test para discriminar niveles funcionales relevantes de activación muscular. En segundo lugar, la orientación del vector de fuerza en 45° puede involucrar en mayor medida a musculatura oblicua y estabilizadora profunda, cuya activación no se ve necesariamente reflejada en las pruebas de fuerza isométrica utilizadas. Finalmente, es posible que el dolor en la AWH se relacione más estrechamente con déficits en el plano sagital, donde ocurren muchas de las actividades diarias que generan presión intraabdominal (como levantarse, toser, reír o cargar objetos), en lugar de con patrones de rotación o inclinación.

Comparando estos resultados con otras patologías abdominales o del suelo pélvico, se observa un patrón similar. En mujeres con diástasis de rectos abdominales, Thabet & Alshehri (2019) reportaron que el fortalecimiento de la musculatura del tronco estaba asociado a una reducción del dolor además de una mejora en la calidad de vida percibida. Asimismo, Boroojerdi et al. (2020) encontraron que los déficits en la activación coordinada de la musculatura abdominal y del suelo pélvico contribuían al dolor, y que los programas de entrenamiento dirigidos a mejorar esta coordinación tenían efectos beneficiosos sobre la sintomatología. Estos datos sugieren que, más allá de las diferencias anatómicas entre patologías, la fuerza y el control motor abdominal desempeñan un papel transversal en la modulación del dolor en múltiples condiciones clínicas.

Además, desde una perspectiva neurofisiológica, se ha propuesto que el aumento de la fuerza muscular puede inducir cambios en el procesamiento central del dolor. El ejercicio físico, y en particular el entrenamiento de fuerza, puede producir un efecto analgésico mediado por mecanismos como la activación de vías inhibitorias descendentes, la liberación de endorfinas, o la mejora del flujo sanguíneo y la oxigenación de los tejidos (Belavy et al., 2021).

A nivel clínico, estos resultados tienen implicaciones prácticas relevantes. La evaluación de la fuerza abdominal podría integrarse como parte rutinaria en la valoración funcional de pacientes con AWH, no solo para estimar su estado físico, sino también como predictor indirecto de dolor y limitación funcional. Asimismo, los programas de ejercicio terapéutico orientados al aumento de la fuerza isométrica y al desarrollo rápido de fuerza en el plano sagital podrían ser considerados como una estrategia complementaria o incluso alternativa en pacientes que aún no son candidatos a cirugía, o en aquellos con dolor persistente tras una reparación quirúrgica.

No obstante, también es fundamental señalar las limitaciones del presente estudio, que deben tenerse en cuenta tanto en la interpretación de los resultados como en su aplicabilidad clínica. En primer lugar, el tamaño de la muestra fue reducido ($n = 16$), lo cual limita la generalización de los hallazgos y puede haber influido en la potencia estadística para detectar otras posibles asociaciones. Aunque los resultados en el plano sagital alcanzaron significación estadística, es posible que con

una muestra mayor también se hubieran detectado relaciones relevantes en el plano transversal o en subgrupos específicos de pacientes.

En segundo lugar, el diseño transversal del estudio impide establecer relaciones de causalidad. Aunque se ha observado una correlación entre mayor fuerza y menor dolor, no puede concluirse que la mejora en la fuerza sea la causa directa de la disminución del dolor. Es posible, por ejemplo, que los pacientes con menos dolor estén más activos físicamente y, por ende, tengan mayores niveles de fuerza, o que factores psicosociales no evaluados (como el miedo al movimiento o el catastrofismo) influyan tanto en el dolor como en la capacidad de generar fuerza.

En tercer lugar, el método utilizado para evaluar la fuerza —una prueba isométrica en sedestación—, si bien útil y de fácil aplicación clínica, no permite una valoración completa de todos los componentes del rendimiento abdominal, como la coordinación neuromuscular, la resistencia a la fatiga o la activación de músculos profundos como el transverso del abdomen. La inclusión de técnicas complementarias como la electromiografía, la dinamometría portátil o la ecografía funcional podría aportar una visión más integral del estado funcional de la pared abdominal.

Por último, el estudio no consideró posibles variables como el grado de protrusión de la hernia, el tiempo de evolución, el nivel de actividad física habitual o el historial de intervenciones quirúrgicas previas, factores que podrían influir tanto en la fuerza como en el dolor y que deberían ser contemplados en futuros estudios.

6. CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio indican que existe una relación significativa entre la fuerza muscular abdominal, especialmente en el plano sagital, y la percepción del dolor en pacientes con hernias abdominales de línea media. En concreto, los pacientes con mayor fuerza isométrica máxima y mayor capacidad para desarrollar fuerza rápidamente (RFD) reportaron niveles inferiores de dolor. Estos hallazgos refuerzan la hipótesis de que la función muscular no solo tiene un papel estructural, sino también modulador del dolor en este tipo de patología.

Aunque se trata de un estudio exploratorio con limitaciones metodológicas, como el tamaño muestral y el diseño transversal, los datos obtenidos abren una vía de interés para el desarrollo de intervenciones terapéuticas centradas en el fortalecimiento de la musculatura abdominal. Incluir evaluaciones funcionales en el abordaje clínico y diseñar programas específicos de entrenamiento podría no solo mejorar la fuerza, sino también contribuir al control del dolor y a la calidad de vida de estos pacientes.

Futuros estudios con muestras más amplias y diseños longitudinales permitirán confirmar estos hallazgos y establecer protocolos de intervención más precisos, integrando la fuerza muscular como un objetivo clave en el tratamiento integral de las hernias de la pared abdominal.

7. REFERENCIAS

- Belavy, D. L., Van Oosterwijck, J., Clarkson, M., Dhondt, E., Mundell, N. L., Miller, C. T., & Owen, P. J. (2021). Pain sensitivity is reduced by exercise training: Evidence from a systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 120, 100–108. <https://doi.org/10.1016/J.NEUBIOREV.2020.11.012>
- Boroojerdi, M. H., Arab, A., Rahimi, A., & Tahan, N. (2020). *Electromyography Activity of the Abdominal Muscles Relative to the Active Pelvic Floor Muscle Contraction in Low Back Pain and Healthy Individuals*. <https://doi.org/10.22037/JCPR.V4I2.28673>
- Bruce, J., Cairns, W., Smith, S., & Krukowski, Z. H. (2003). A review of chronic pain after inguinal herniorraphy. *The Clinical Journal of Pain*, 19, 48–54. <https://www.researchgate.net/publication/225030891>
- Chang, W. D., Lin, H. Y., & Lai, P. T. (2015). Core strength training for patients with chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(3), 619–622. <https://doi.org/10.1589/JPTS.27.619>
- De Miguel Ibañez, R., Nahban Al Saied, S. A., Alonso Vallejo, J., Rodríguez Canales, J. M., Blanco Prieto, C., & Escribano Sotos, F. (2011). Cost-effectiveness of primary abdominal wall hernia repair in a 364-bed provincial hospital of Spain. *Hernia*, 15(4), 377–385. <https://doi.org/10.1007/S10029-011-0799-8>
- de Sousa, C. S., de Jesus, F. L. A., Machado, M. B., Ferreira, G., Ayres, I. G. T., de Aquino, L. M., Fukuda, T. Y., & Gomes-Neto, M. (2019). Lower limb muscle strength in patients with low back pain: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 19(1), 69. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6454257/>

- Dimple, C. (2022). Relationship of Strength with Pain and Function of Hand in Female Patients with Chronic Rheumatoid Arthritis. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 15(1), 54–59. <https://doi.org/10.21786/BBRC/15.1.8>
- Emanuelsson, P., Gunnarsson, U., Dahlstrand, U., Strigård, K., & Stark, B. (2016). Operative correction of abdominal rectus diastasis (ARD) reduces pain and improves abdominal wall muscle strength: A randomized, prospective trial comparing retromuscular mesh repair to double-row, self-retaining sutures. *Surgery*, 160(5), 1367–1375. <https://doi.org/10.1016/J.SURG.2016.05.035>
- Fra, D., García Galocha, J. L., Peña, M. J., López Antoñanzas, L., Charef, L., del Campo, M., & Torres, A. (2024). POLY4 HYDROXYBUTYRATE MESH: LONG-TERM RESULTS FROM A SINGLE INSTITUTION. *British Journal of Surgery*, 111(Supplement_5). <https://doi.org/10.1093/BJS/ZNAE122.302>
- Hansen, M. B., Andersen, K. G., & Crawford, M. E. (2009). Pain following the repair of an abdominal hernia. *Surgery Today*, 40(1), 8–21. <https://doi.org/10.1007/S00595-009-4001-1>
- Henriksen, M., Rosager, S., Aaboe, J., Graven-Nielsen, T., & Bliddal, H. (2011). Experimental knee pain reduces muscle strength. *Journal of Pain*, 12(4), 460–467. <https://doi.org/10.1016/J.JPAIN.2010.10.004>
- Kim, H. J., Ban, M. G., Yoon, K. B., Jeon, W., & Kim, S. H. (2022). Neuropathic-like Pain Symptoms and Their Association with Muscle Strength in Patients with Chronic Musculoskeletal Pain. *Journal of Clinical Medicine*, 11(18). <https://doi.org/10.3390/JCM11185471>
- Olona, C., Güell, D., Comas, J., Pereira, J. A., Hernández, P., Zaragoza, C., Cabeza, J. J., Ferri, R., Cabello, A., Tallón, L., García-Pastor, P., & López-Cano, M. (2024). 10-YEAR RESULTS OF THE SPANISH INCISIONAL HERNIA SURGERY REGISTRY (EVEREG). *British Journal of Surgery*, 111(Supplement_5). <https://doi.org/10.1093/BJS/ZNAE122.406>
- Pereira Rodríguez, J. A., & López Cano, M. (2023). EHS guidelines for inguinal hernia repair. The reality of the current situation in Spain. A proposal to standardize its implementation during surgical training. *Cirugía Española (English Edition)*, 101, S24–S27. <https://doi.org/10.1016/J.CIRENG.2023.01.008>
- Pérez Lara, F. J., del Rey Moreno, A., & Oliva Muñoz, H. (2015). Do we really know the symptoms of inguinal hernia? *Hernia*, 19(5), 703–712. <https://doi.org/10.1007/s10029-014-1319-4>

- Rossi, D. M., Morcelli, M. H., Cardozo, A. C., Denadai, B. S., Gonçalves, M., & Navega, M. T. (2017). Rate of force development and muscle activation of trunk muscles in women with and without low back pain: A case-control study. *Physical Therapy in Sport*, 26, 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2016.12.007>
- Segura-Jiménez, V., Tsiarleston, G., Donoso, B., Gil-Gutiérrez, Y. M., & Delgado-Fernández, M. (2024). Association of Muscle Strength, Psychological Factors, and Central Sensitization With Movement-Evoked Pain in Patients With Nonspecific Chronic Low Back Pain: The BACKFIT Project. *Sports Health*. <https://doi.org/10.1177/19417381241235152>
- Snyder, C. W., Graham, L. A., Vick, C. C., Gray, S. H., Finan, K. R., & Hawn, M. T. (2011). Patient satisfaction, chronic pain, and quality of life after elective incisional hernia repair: Effects of recurrence and repair technique. *Hernia*, 15(2), 123–129. <https://doi.org/10.1007/s10029-010-0750-4>
- Thabet, A., & Alshehri, M. A. (2019). Efficacy of deep core stability exercise program in postpartum women with diastasis recti abdominis: a randomised controlled trial. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*.
- Tolentino, G. de A., Bevilaqua-Grossi, D., Carvalho, G. F., Carnevalli, A. P. de O., Dach, F., & Florencio, L. L. (2018). Relationship Between Headaches and Neck Pain Characteristics With Neck Muscle Strength. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 41(8), 650–657. <https://doi.org/10.1016/J.JMPT.2018.04.003>
- Van Ramshorst, G. H., Eker, H. H., Hop, W. C. J., Jeekel, J., & Lange, J. F. (2012). Impact of incisional hernia on health-related quality of life and body image: A prospective cohort study. *American Journal of Surgery*, 204(2), 144–150. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2012.01.012>
- van Wilgen, C. P., Akkerman, L., Wieringa, J., & Dijkstra, P. U. (2003). Muscle strength in patients with chronic pain. *Clinical Rehabilitation*, 17(8), 885–889. <https://doi.org/10.1191/0269215503CR693OA>

INFLUENCIA DEL EJERCICIO AERÓBICO SOBRE LA FRECUENCIA DEL DOLOR DE CABEZA EN PERSONAS DIAGNOSTICADAS DE MIGRAÑA

ALEJANDRO LÓPEZ MEJÍAS

*Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Europea de Canarias*

CARMEN LUCÍA HERNÁNDEZ STENDER

*Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Europea de Canarias*

1. INTRODUCCIÓN

La migraña es un trastorno neurológico caracterizado por una hiperexcitabilidad de las redes corticales y subcorticales, que aumenta la sensibilidad a los estímulos sensoriales. Este fenómeno se traduce en la aparición de episodios recurrentes de dolor de cabeza, generalmente de tipo pulsátil, unilaterales y de intensidad variable, que pueden estar precedidos o acompañados por síntomas neurológicos focales transitorios (Dodick, 2018; Younger, 2016).

Diversas investigaciones indican que la fisiopatología de la migraña depende de distintos mecanismos, entre ellos un posible componente genético. Aunque no se conocen con certeza los genes implicados, se considera que la mutación de los genes ATP1A2, SCN1A y CACNA1A podría influir en la actividad nerviosa (Sutherland y Griffiths, 2017; Gasparini et al, 2017). Por lo tanto, la base genética de la migraña parece relacionarse con una regulación defectuosa del equilibrio excitatorio/inhibitorio de la actividad cerebral, que, sumada a la exposición a factores ambientales como el estrés, los cambios hormonales y la

actividad física, predisponen la aparición del dolor de cabeza (de Vries et al, 2016; Kelman, 2007).

Esta condición constituye una de las afecciones neurológicas más prevalentes a nivel mundial, afectando a la población adulta y representando una causa significativa de discapacidad, especialmente en personas menores de 50 años (Steiner et al., 2018; Burch et al., 2019).

Las alteraciones asociadas a la migraña suponen un alto impacto en la calidad de vida de los pacientes, asociándose a un notable incremento de la discapacidad y a elevados costes sanitarios derivados de su manejo, convirtiéndose en un importante problema de salud pública en Europa. Su carga económica varía en función de la frecuencia de los episodios y del contexto sanitario de cada país. En España, según la Encuesta Nacional de Salud y Bienestar del 2020 se estima que el coste anual por paciente con migraña es de aproximadamente 8.894 €, de los cuales el 89,9 % corresponde a costes indirectos relacionados con el absentismo y el presentismo laboral (García-Azorín et al, 2024). Ante esto, son necesarias intervenciones que mejoren el manejo y pronóstico de los pacientes con migraña.

En cuanto a su evolución, en la actualidad se sugieren cuatro patrones no excluyentes de evolución sintomática (Bigal & Lipton, 2008): un progreso benigno donde cede la presentación clínica (remisión completa); dolores de cabeza episódicos con características atípicas de migraña (remisión parcial); dolor sin cambios en la presentación clínica (persistencia); aumento de la frecuencia del dolor de cabeza y discapacidad asociada (progresión).

Además, según la tercera edición de la Clasificación Internacional de Cefaleas de la International Headache Society (ICHD-3), los pacientes con migraña pueden sufrir complicaciones como: crisis debilitante con una duración de más de 72 horas (estado migrañoso); síntomas de aura que se mantienen durante una semana o sin evidencia de daños por neuroimagen (aura persistente sin infarto); uno o más síntomas de aura migrañosa que se producen en asociación con una lesión cerebral isquémica demostrada por neuroimagen y se manifiesta durante un ataque de migraña episódica

(infarto migrañoso); una convulsión desencadenada por un ataque de migraña con aura (Headache Classification Committee, 2018).

En adición, se ha observado que los pacientes diagnosticados de migraña pueden sufrir dificultades en la esfera psicosocial, afectando a las funciones del individuo en múltiples roles o entornos como actividades laborales, académicas, sociales, familiares y personales (Buse et al, 2018).

En cuanto a su abordaje, en los últimos años los tratamientos farmacológicos constituyen la base del manejo de la migraña. Es importante destacar que la migraña es un estado crónico que puede cambiar a episódico entre el 26 y 70% de los casos, si se consigue aplicar un abordaje terapéutico efectivo (Serrano et al, 2017). Sin embargo, se ha observado que la eficacia del tratamiento farmacológico puede ser limitada y, en ocasiones, se asocian con efectos secundarios que afectan la adherencia al tratamiento. En consecuencia, se han explorado intervenciones no farmacológicas como alternativas o complementos terapéuticos (Puledda & Shields, 2018).

En este contexto, algunas opciones de tratamiento complementario empleadas son las técnicas conductuales, la fisioterapia invasiva, la neuromodulación, la terapia manual o la educación en neurociencia del dolor. Estas terapias han mostrado efectos positivos, como la disminución del estrés generado por la sintomatología, reducción de la intensidad y frecuencia del dolor percibido, la mejora la calidad de vida o una disminución de la discapacidad asociada al dolor migrañoso (Puledda & Shields, 2018; Beier et al, 2022; Kindelan-Calvo et al, 2014). No obstante, estos efectos han demostrado una duración a corto plazo, observándose nuevamente recaídas en los pacientes con migraña. En consecuencia, es necesaria la búsqueda de terapias complementarias activas, individualizables, sin efectos adversos graves y que consigan un éxito a largo plazo en la mejora sintomática de esta población clínica.

En los últimos años, el ejercicio aeróbico ha emergido como una opción terapéutica no farmacológica prometedora para la profilaxis de la migraña. El ejercicio aeróbico incluye actividades como caminar, correr, montar en bicicleta o nadar, que de forma general se asocian a efectos positivos sobre la salud. Específicamente, a nivel del sistema nervioso, este tipo de

actividades se relacionan con la potenciación del sistema inhibitorio descendente (Da Silva & Galdino, 2018), lo que repercute en la excitabilidad de áreas relacionadas con la experiencia dolorosa (Polaski et al, 2019).

La relación entre el ejercicio aeróbico y la migraña ha sido objeto de diversas investigaciones. Varios estudios han evaluado su impacto en la frecuencia, duración e intensidad de los episodios migrañosos. En este sentido, la revisión sistemática y metaanálisis desarrollado por La Touche et al (2020) incluyó diez estudios que evaluaron los efectos del ejercicio aeróbico en pacientes con migraña, los resultados mostraron una reducción significativa en la intensidad del dolor, la frecuencia y la duración de los episodios de migraña, así como una mejora en la calidad de vida de los pacientes. La revisión sistemática y metaanálisis desarrollados por Lemmens et al. (2019) identificó una variación significativa en la frecuencia de las crisis de migraña tras el uso de ejercicio aeróbico, con una disminución promedio de 0,6 días de migraña por mes. Una revisión más reciente de Reina-Varona et al. (2024) comparó diferentes modalidades de ejercicio y encontró que tanto el ejercicio aeróbico de intensidad moderada como el de alta intensidad fueron superiores al tratamiento farmacológico estándar en la reducción de la frecuencia y duración de las crisis.

Además de los beneficios directos sobre los síntomas de la migraña, las investigaciones indican que el ejercicio aeróbico puede influir en mecanismos biológicos subyacentes. Se ha observado en investigaciones previas que la actividad física regular influye en la modulación de la inflamación sistémica y central y en la reducción de los niveles de cortisol, factores asociados también a la migraña (Barber y Pace, 2020).

Sin embargo, la heterogeneidad en los protocolos de ejercicio evaluados ante variaciones en la duración, frecuencia e intensidad de las sesiones dificulta la formulación de recomendaciones clínicas específicas.

Todo ello hace necesario un análisis sistemático de la evidencia reciente, con el fin de esclarecer el efecto del ejercicio aeróbico sobre la frecuencia del dolor de cabeza en pacientes con migraña, considerando la calidad metodológica de los estudios disponibles y las características de las intervenciones evaluadas.

2. OBJETIVOS

Este estudio analiza el efecto del ejercicio aeróbico sobre la frecuencia del dolor de cabeza en personas diagnosticadas de migraña, a través de una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados.

3. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO

Se realizó una revisión sistemática siguiendo las directrices establecidas por la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Moher et al, 2009; Rethlefsen et al, 2021).

3.2. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS Y ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Se llevó a cabo una búsqueda primaria exhaustiva en las bases de datos Pubmed (Medline), PEDro, Cochrane Library, CINAHL y Sportdiscus a fecha 01 de abril del 2025. Además, se realizó una búsqueda secundaria en las referencias de los artículos o investigaciones seleccionados en otras revisiones de un tema similar. Se utilizó una combinación de términos MeSH y libres mediante operadores booleanos, que permitieran la identificación de artículos que cumplieran el objetivo de la revisión. La estrategia de búsqueda fue adaptada a cada base de datos aplicando las siguientes ecuaciones de búsqueda:

- Medline (Pubmed): ((migraine[MeSH Terms]) OR (Migraine) OR (migraine disorders)) AND ((physical activity) OR (aerobic exercise) OR (exercise therapy)) AND ((headache frequency) OR (frequency) OR (number of days)) AND (randomized controlled trial).
- Cochrane Library: (migraine [all text]) AND (aerobic exercise [all text]) AND (headache frequency [all text]) AND (randomized controlled trial [all text]).
- Cochrane Library: (migraine [all text]) AND (exercise therapy [all text]) AND (headache frequency [all text]) AND (randomized controlled trial [all text]).

- PEDro: Migraine AND aerobic exercise AND headache frequency.
- CINAHL: (TX Migraine) AND (TX aerobic exercise) AND (TX headache frequency) AND (TX Randomized controlled trial)
- Sportdiscus: (TX Migraine) AND (TX aerobic exercise) AND (TX headache frequency) AND (TX Randomized controlled trial).

3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

En la revisión se utilizaron condiciones clínicas y metodológicas relacionados con la estructura PICOS como guía para formular los criterios de elegibilidad.

Población: Los sujetos seleccionados en los artículos deben ser mayores de 18 años y estar diagnosticados de migraña según los criterios de la International Headache Society, para determinar que cumplen unos requisitos clínicos mínimos y similares. Además, no pueden padecer cefaleas concomitantes, ya que dificultaría el conocer los efectos específicos del tratamiento en la migraña.

Intervención: Los estudios deben incluir al menos un grupo de intervención basado principalmente en el ejercicio aeróbico, que podría combinarse con otras terapias complementarias. Esta revisión se basa en la definición de ejercicio aeróbico como una actividad física repetitiva y estructurada que requiere el uso de oxígenos por parte del sistema metabólico para producir energía (Millstein, 2013).

Comparación: En las investigaciones seleccionadas se debe incluir un grupo control basado en la abstención terapéutica o un grupo de comparación con protocolos de otros tratamientos, tanto farmacológicos como no farmacológicos, que se apliquen para la reducción del dolor de cabeza en sujetos con migraña.

Medidas de resultado: Los estudios seleccionados deben incluir mediciones de la frecuencia del dolor de cabeza, por su relevancia en la evolución de los pacientes con migraña (Luedtke et al, 2020). Además, las herramientas de medición empleadas deben ser fiables y estar validadas.

Diseño de estudio: Se incluyen ensayos clínicos aleatorizados (ECA) actuales y escritos en idioma inglés o castellano, con el objetivo de facilitar una lectura comprensiva y crítica de los autores.

En consecuencia, se incluyeron estudios que cumplieron con los siguientes criterios:

- Ensayos clínicos aleatorizados (ECA).
- Estudios publicados en los últimos 15 años.
- Participantes adultos diagnosticados con migraña, de acuerdo con los criterios de la International Headache Society.
- Intervenciones que incluyeran ejercicio aeróbico (caminar, correr, ciclismo, etc.) como intervención principal.
- Medición de la frecuencia del dolor de cabeza.

Se excluyeron los estudios que presentaron las siguientes características:

- Estudios piloto.
- No estuvieran publicados en texto completo o no estuvieran disponibles en inglés o español.
- Que combinaran el ejercicio con otras terapias sin poder aislar el efecto del ejercicio aeróbico.
- Los participantes presentaron otros tipos de cefalea primaria o enfermedades neurológicas concomitantes.

3.4. PROCESO DE SELECCIÓN

El proceso de selección se describe en el diagrama de flujo de las indicaciones de la guía PRISMA para la elaboración de revisiones sistemáticas. Los autores, de forma independiente, realizaron una identificación de los artículos mediante el uso de las ecuaciones de búsqueda en cada base de datos, seguidamente seleccionaron los estudios que cumplían los criterios de elegibilidad mediante un cribado por título y abstract, posteriormente revisaron los artículos a texto completo para su

inclusión en la síntesis cualitativa y las evaluaciones tanto de calidad metodológica como riesgo de sesgo.

Los autores analizaron la información de los estudios con la finalidad de seleccionar aquellas investigaciones que tuviesen relación con el objetivo de la revisión sistemática. Por tanto, siguieron un protocolo estructurado al extraer los datos para informar sobre la muestra de cada estudio, las intervenciones con ejercicio aeróbico y sus protocolos, las características de los grupos de comparación y los resultados de cada investigación.

3.5. EVALUACIÓN DE CALIDAD METODOLÓGICA Y RIESGO DE SESGO

La calidad de los estudios incluidos fue evaluada mediante la Escala PEDro. Esta herramienta informa sobre la validez externa e interna de un ensayo clínico aleatorizado a través de la evaluación de 11 ítems relacionados con: criterios de elegibilidad, aleatorización de la muestra, cegamiento del personal de investigación o los sujetos, abandonos durante el estudio y las comparaciones estadísticas. La puntuación de la escala facilita si la calidad metodológica del estudio es mala (0-3 puntos), regular (4-5 puntos), buena (6-8 puntos) o excelente (9-10 puntos) (De Morton et al, 2009).

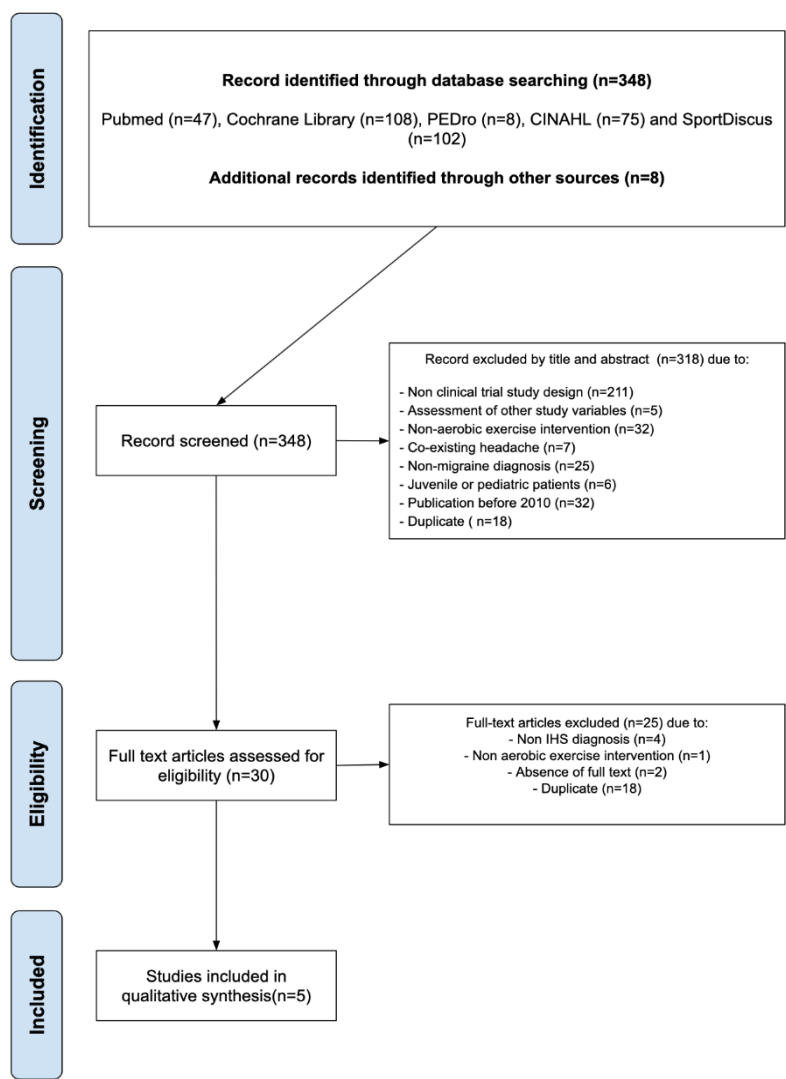
En la valoración del riesgo de sesgo se utilizó la herramienta ROB 2.0 de Cochrane. Este instrumento evalúa 5 dominios: Sesgos derivados del proceso de aleatorización, sesgos derivados de las desviaciones de intervenciones previstas, sesgos por falta de datos de los resultados, sesgos en la medición del resultado y sesgos en la selección de resultados comunicados. Cada dominio tendrá un resultado de riesgo de sesgo bajo, alto o algunas preocupaciones (Sterne et al, 2019).

4. RESULTADOS

Se identificaron un total de 348 artículos entre la búsqueda primaria en las bases de datos y la búsqueda secundaria en las revisiones de temáticas similares. Tras revisar los títulos y abstracts de los estudios y aplicar los criterios de elegibilidad, se seleccionaron 30 artículos. Del mismo modo, tras la revisión a texto completo, se incluyeron en la síntesis cualitativa un total de 5 artículos.

En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo con el proceso de identificación y selección de los estudios.

FIGURA 1. Diagrama de flujo



Fuente: elaboración propia

4.1. EVALUACIÓN DE CALIDAD METODOLÓGICA

Tras la inclusión de los estudios, en la evaluación de la calidad metodológica un estudio presentó una mala calidad, tres investigaciones de una calidad aceptable y un estudio de buena calidad metodológica. Todos los estudios presentaron criterios de elegibilidad, asignación aleatoria, similitud en el inicio de los indicadores de pronóstico más importantes y la información sobre los resultados aportada por los estudios. Los ítems con menor puntuación fueron los cegamientos de terapeutas y sujetos.

En la Tabla 2 se presenta la evaluación de calidad metodológica de los estudios incluidos.

TABLA 2. Evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos. *Criterio excluido de la puntuación total.

Autor (año de publicación)	Escala PEDro											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Varkey et al. (2011)	1*	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7/10
Santiago et al. (2014)	1*	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4/10
Oliveira et al (2017)	1*	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6/10
Hanssen et al. (2018)	1*	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	5/10
Oliveira et al. (2019)	1*	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10

Fuente: elaboración propia

4.2. EVALUACIÓN DE RIESGO DE SESGO

Cuatro estudios obtuvieron un riesgo de sesgo alto, mientras que un ensayo tuvo algunas preocupaciones. El sesgo con menor riesgo ha sido el relacionado con la selección de resultados reportados. Los sesgos con mayor riesgo han sido relacionados con el proceso de aleatorización, intervenciones, pérdidas de datos o la medición de variables.

En la Figura 2 se presenta la evaluación del riesgo de sesgo de los artículos incluidos.

FIGURA 2. Evaluación del riesgo de sesgo de los artículos incluidos

Study	Risk of bias domains					Overall
	D1	D2	D3	D4	D5	
Varkey et al. 2011						
Santiago et al. 2014						
Oliveira et al. 2017						
Hanssen et al. 2018						
Oliveira et al. 2019						

Domains:
D1: Bias arising from the randomization process.
D2: Bias due to deviations from intended intervention.
D3: Bias due to missing outcome data.
D4: Bias in measurement of the outcome.
D5: Bias in selection of the reported result.

Judgement
 High
 Some concerns
 Low

4.3. SÍNTESIS DE RESULTADOS

Dada la heterogeneidad de las intervenciones y las medidas de resultado, los datos fueron sintetizados de forma narrativa.

Los cinco estudios incluidos en la síntesis analizan un total de 265 sujetos con migraña teniendo en cuenta los criterios de la International Headache Society, 205 diagnosticados de migrañas episódicas y 60 con migraña crónica. La mayoría incluyen hombres y mujeres entre los 18 y los 65 años de edad. El nivel de actividad física de los sujetos es heterogéneo puesto que en unas investigaciones se tuvo en cuenta si realizaron ejercicio de forma regular en los meses previos, mientras que en otros estudios no tuvieron en cuenta este criterio.

La aplicación de ejercicio aeróbico en los grupos de intervención la realizaron mediante bicicleta indoor, caminata rápida o carrera a pie. Los programas de ejercicio tenían una duración de 12 semanas con una frecuencia de 2 o 3 sesiones por semana. Cada sesión duraba entre 35 y 45 minutos, dependiendo de la intensidad del ejercicio. En todas las investigaciones se aplicó el ejercicio aeróbico de forma aislada, excepto en el estudio de Santiago y colaboradores (2014), quienes diseñaron un protocolo que combinaba el ejercicio aeróbico con una pauta de 25 miligramos por día de amitriptilina durante 12 semanas.

Los grupos de comparación variaron entre intervenciones farmacológicas, pautas de vida diaria, la abstención terapéutica u otras modalidades

de ejercicio. Dos estudios aplicaron grupos con fármacos, uno empleó una pauta de topiramato que incrementa su dosis cada semana y otro aplicó 25 miligramos diarios de amitriptilina. Tres estudios se decidieron por diseños de estudio con grupos de comparación basados en pautas educativas de vida diaria o la abstención terapéutica. Dos estudios incluyeron grupos con un protocolo de 3 meses realizando ejercicios de relajación una vez por semana y un programa de entrenamiento interválico de alta intensidad basado en la carrera a pie que se aplicó durante 3 meses con una frecuencia de 2 sesiones por semana.

El ejercicio aeróbico mostró una reducción significativa de la frecuencia del dolor de cabeza en las mediciones intragrupo, siendo superior a la abstención terapéutica. Si comparamos una pauta de ejercicio aeróbico con bicicleta indoor frente al tratamiento con topiramato, no hay diferencias significativas entre los grupos para la reducción de la frecuencia del dolor de cabeza. Cuando la terapia incluye ejercicio aeróbico y una pauta de amitriptilina se muestran diferencias estadísticamente significativas en la disminución de la frecuencia del dolor de cabeza frente a la aplicación exclusiva del fármaco.

En caso de comparar el ejercicio aeróbico con otras modalidades de actividad física, no se hallaron diferencias significativas. El estudio desarrollado por Varkey y colaboradores (2011) comparó la aplicación de un protocolo de bicicleta indoor frente a intervención con ejercicios de relajación, hayando diferencias relevantes en el análisis intergrupo. En una investigación de Hanssen y colaboradores (2018) observaron que el ejercicio interválico de alta intensidad y el ejercicio aeróbico de intensidad moderada eran superiores a pautas de vida diaria para reducir la frecuencia del dolor de cabeza, pero si se comparan ambas modalidades de ejercicio, no se encuentran diferencias significativas a favor de una intervención.

La extracción de los datos principales de los artículos seleccionados se presenta en la Tabla 2.

TABLA 2. Extracción de datos. GI: Grupo intervención. GC: Grupo comparación. EA: Ejercicio aeróbico. FDC: Frecuencia del dolor de cabeza. HIIT: High Intensity Interval Training

Autor (año de publicación)	Características de la muestra	Programa aplicado (con grupo comparación)	Variables y resultados (con resultado)
Varkey y cols. (2011)	Migraña episódica (con o sin aura)	GI: EA (bicicleta indoor. 40 minutos. 3 veces/semana. 12 semanas) GC: Ejercicios relajación (1 vez/semana. 12 semanas) GC: Topiramato (Dosis diaria. Se incrementa 25mg/semana hasta 200mg/día. 12 semanas)	N=91. No hay diferencias significativas entre grupos para FDC.
Santiago y cols (2014)	Migraña crónica	GI: EA + amitriptilina (Caminar rápido. 40 minutos. 3 veces/semana. 12 semanas) GC: Amitriptilina (25mg/día. 12 semanas)	N=60. Disminución significativa de FDC tras la intervención a favor de GI.
Oliveira y cols (2017)	Migraña episódica (con o sin aura)	GI: EA (Caminar. 35 minutos. 3 veces/semana. 12 semanas) GC: Abstención terapéutica	N=20. El GI obtuvo una reducción estadísticamente significativa de la FDC tras la intervención
Hanssen y cols (2018)	Migraña sin aura	GI: HIIT (Carrera a pie. 28 minutos. 2 veces/semana. 12 semanas). GC: EA moderado (carrera a pie. 45 minutos. 2 veces/semana. 12 semanas). GC: Pautas de vida diaria	N=36. En el análisis intra-grupo HIIT y EA moderado reducen la FDC.
Oliveira y cols. (2019)	Migraña episódica (con o sin aura)	GI: EA (bicicleta indoor. 40 minutos. 3 veces/semana. 12 semanas). GC: Abstención terapéutica	N=58. En análisis intra-grupo, EA disminuye significativamente la FDC.

Fuente: elaboración propia

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta revisión indican que el ejercicio aeróbico es una modalidad de tratamiento con efectos positivos sobre la frecuencia del dolor de cabeza experimentada en pacientes con migraña. Sin embargo, la calidad metodológica de los estudios, el riesgo de sesgo y la heterogeneidad de los protocolos no permite recomendar una pauta óptima de la terapia.

En este sentido, en una revisión de La Touche et al (2020) concluyeron que existe una calidad de la evidencia de baja a moderada de la efectividad del ejercicio aeróbico en la disminución de la intensidad, frecuencia y duración de la migraña. Sin embargo, un estudio de síntesis realizado por Lemmens et al (2019) sugiere que no hay conclusiones sólidas sobre los efectos del ejercicio aeróbico en esta población clínica, pese a que mejore el número de días con migraña. En consecuencia, los resultados hallados en esta revisión concuerdan con la premisa de que no es posible asegurar un protocolo concreto de aplicación de ejercicio aeróbico en migraña. No obstante, estos hallazgos no se deben confundir con el pensamiento de que el ejercicio aeróbico no es un tratamiento útil para la migraña, precisamente sucede lo contrario, el ejercicio aeróbico parece ser beneficioso en la disminución de la frecuencia de ataques de dolor de cabeza en esta población, aunque los estudios necesiten homogeneizar los protocolos y mejorar su calidad de la evidencia.

Del mismo modo, otras modalidades de ejercicio como el entrenamiento de fuerza o yoga pueden obtener resultados positivos en la disminución de los días con episodios de migraña (Aslani et al, 2021; Kumar et al, 2020; Mehta et al, 2021) Ante esta situación, en un consenso internacional los expertos consideraron que la prescripción de ejercicio en pacientes con migraña debe adaptarse a las preferencias, factores psicológicos, nivel de actividad física y posibles efectos adversos, ya que existen varias modalidades de ejercicio que podrían ser beneficiosas (Reina-Varona et al, 2023). Por tanto, es necesaria más investigación para afirmar con certeza el impacto de esta terapia y determinar una pauta que garantice un abordaje eficaz de la frecuencia del dolor de cabeza en los pacientes.

En la literatura científica se sugiere que los resultados clínicos positivos del ejercicio se deben a un conjunto de efectos neurofisiológicos sobre el sistema nervioso central, sistema inmune o sistema neuroendocrino. La analgesia inducida por el ejercicio potencia la actividad del sistema inhibitorio descendente mediante la liberación de opiáceos endógenos, noradrenalina, serotonina, oxitocina, dopamina o GABA (Da Silva & Galdino, 2018). En consecuencia, esta intervención mejora el estado de ánimo y la percepción de bienestar. Además, estas sustancias reducen

la excitabilidad de áreas relacionadas con la experiencia dolorosa y el sistema límbico como la corteza cingulada anterior, la ínsula o la corteza orbitofrontal (Polaski et al, 2019).

En un trastorno basado en la hiperexcitabilidad cortical, como la migraña, el ejercicio podría tener efectos neuroprotectores al estimular la neurogénesis, disminuir la apoptosis neuronal e influir en la liberación del factor neurotrófico derivado del cerebro que facilita la plasticidad sináptica (Knaepen et al, 2010). Del mismo modo, un tratamiento que incluya ejercicio puede aumentar la tasa de leucocitos y células “Natural Killer”, que disminuyen la sobreproducción de citoquinas proinflamatorias que facilitan el desarrollo de dolor crónico (Gleeson et al, 2011; Diment et al, 2015).

5.1. IMPLICACIONES CLÍNICAS

Actualmente, la migraña es uno de los trastornos más prevalentes que evidencia un problema para la sanidad pública en España debido a su coste sanitario (García-Azorín et al, 2024). Si a esta situación sumamos los efectos secundarios adversos asociados al tratamiento farmacológico en los pacientes con migraña, nos encontramos ante una situación donde la búsqueda de tratamientos complementarios, no farmacológicos y sin efectos adversos relevantes, es fundamental. Una terapia basada en el ejercicio aeróbico podría ser una apuesta positiva para la disminución de la frecuencia del dolor de cabeza en pacientes con migraña, al ser fácil de implementar, no presentar efectos adversos considerables en la literatura científica y desencadenar una serie de resultados positivos sobre los mecanismos fisiológicos subyacentes a la migraña como, por ejemplo, cambios en biomarcadores inflamatorios, activación del sistema opioide endógeno o el sistema endocannabinoide (Song TJ & Chu MK, 2021).

Aunque los beneficios del ejercicio aeróbico en la migraña son prometedores, es esencial considerar aspectos individuales en su implementación. La intensidad y la duración del ejercicio deben adaptarse a las capacidades y limitaciones de cada paciente. Por lo tanto, es recomendable que los programas de ejercicio aeróbico sean supervisados por

profesionales de la salud, a través del diseño de programas personalizados que maximicen los beneficios y minimicen los riesgos.

Por estos motivos, a pesar de que el ejercicio aeróbico supone una opción prometedora, es necesario profundizar en sus métodos de aplicación para optimizar su recomendación y aplicación.

5.2. LIMITACIONES

Esta investigación presenta una serie de limitaciones que deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados. En primer lugar, las características de los estudios suponen un condicionante, debido a los tamaños muestrales, la falta de detalles en la intervención, el alto riesgo de sesgo o la ausencia de datos en los resultados. En segundo lugar, los criterios de elegibilidad como descartar los ensayos clínicos pilotos o restringir los idiomas de búsqueda podrían excluir estudios de interés, aunque no podamos asegurar la validez de sus resultados por el reducido tamaño de la muestra y la barrera del lenguaje, respectivamente.

6. CONCLUSIONES

Los datos actuales sugieren que el ejercicio aeróbico es beneficioso para la reducción de la frecuencia del dolor de cabeza en pacientes con migraña.

Los hallazgos de esta revisión suponen una propuesta prometedora sobre el potencial del ejercicio aeróbico como parte de la intervención terapéutica en paciente diagnosticados de migraña. Los estudios revisados respaldan la idea de que el ejercicio aeróbico puede contribuir a la reducción de la intensidad, frecuencia y duración de los episodios migrañosos, sin embargo, la existencia de una gran variabilidad en los protocolos, junto al riesgo de sesgo, no permiten definir un protocolo específico ni una dosis adecuada para su implementación a nivel clínico, lo que dificulta la recomendación de una pauta de ejercicio óptima.

Por lo tanto, aunque el ejercicio aeróbico muestra un potencial terapéutico significativo en pacientes con migraña, es necesario seguir investigando los mecanismos subyacentes y homogeneizar los protocolos empleados.

8. REFERENCIAS

- Barber, M., & Pace, A. (2020). Exercise and migraine prevention: A review of the literature. *Current Pain and Headache Reports*, 24(8), 39. <https://doi.org/10.1007/s11916-020-00868-6>
- Beier, D., Callesen, H. E., Carlsen, L. N., Birkefoss, K., Tómasdóttir, H., Würtzen, H., Christensen, H. W., Krøll, L. S., Jensen, M., Høst, C. V., & Hansen, J. M. (2022). *Ugeskrift for læger*, 184(5), V08210646.
- Bigal, M. E., & Lipton, R. B. (2008). The prognosis of migraine. *Current opinion in neurology*, 21(3), 301–308 <https://doi.org/10.1097/WCO.0b013e328300c6f5>
- Burch, R. C., Buse, D. C., & Lipton, R. B. (2019). Migraine: Epidemiology, burden, and comorbidity. *Neurologic Clinics*, 37(4), 631–649. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2019.06.001>
- Buse, D. C., Scher, A. I., Dodick, D. W., Reed, M. L., Fanning, K. M., Manack Adams, A., & Lipton, R. B. (2016). Impact of Migraine on the Family: Perspectives of People With Migraine and Their Spouse/Domestic Partner in the CaMEO Study. *Mayo Clinic proceedings*, S0025-6196(16)00126-9. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.02.013>
- Da Silva Santos, R., & Galdino, G. (2018). Endogenous systems involved in exercise-induced analgesia. *Journal of physiology and pharmacology : an official journal of the Polish Physiological Society*, 69(1), 3–13. <https://doi.org/10.26402/jpp.2018.1.01>
- De Morton NA. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother*;55(2):129-133. [https://doi.org/10.1016/s0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(09)70043-1)
- de Vries, B., Anttila, V., Freilinger, T., Wessman, M., Kaunisto, M. A., Kallela, M.,... & Vriens, D. (2016). Systematic re-evaluation of genes from candidate gene association studies in migraine using a large genome-wide association data set. *Cephalalgia*, 36(7), 604-614. <https://doi.org/10.1177/0333102414566820>
- Diment, B. C., Fortes, M. B., Edwards, J. P., Hanstock, H. G., Ward, M. D., Dunstall, H. M., Friedmann, P. S., & Walsh, N. P. (2015). Exercise Intensity and Duration Effects on In Vivo Immunity. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(7), 1390–1398. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000562>
- Dodick, D. W. (2018). A phase-by-phase review of migraine pathophysiology. *Headache*, 58(Suppl 1), 4–16. <https://doi.org/10.1111/head.13300>

- García-Azorín, D., Moya-Alarcón, C., Armada, B., et al. (2024). Societal and economic burden of migraine in Spain: Results from the 2020 National Health and Wellness Survey. *The Journal of Headache and Pain*, 25, 38. <https://doi.org/10.1186/s10194-024-01740-3>
- Gasparini, C. F., Smith, R. A., & Griffiths, L. R. (2017). Genetic and biochemical changes of the serotonergic system in migraine pathobiology. *The Journal of Headache and Pain*, 18(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s10194-016-0711-0>
- Gleeson M, Bishop NC, Stensel DJ, Lindley MR, Mastana SS, Nimmo MA. (2011) The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nat Rev Immunol*;11(9):607-615. Published 2011 Aug 5. <https://doi.org/10.1038/nri3041>
- Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS) The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition. (2018). *Cephalalgia : an international journal of headache*, 38(1), 1–211. <https://doi.org/10.1177/0333102417738202>
- La Touche R, Fernández Pérez JJ, Proy Acosta A, González Campodónico L, Martínez García S, Adraos Juárez D, Serrano García B, Angulo-Díaz-Parreño S, Cuenca-Martínez F, Suso-Martí L, Paris-Alemany A. (2020) Is aerobic exercise helpful in patients with migraine? A systematic review and meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. Jun;30(6):965-982. <https://doi.org/10.1111/sms.13625>.
- Kelman, L. (2007). The triggers or precipitants of the acute migraine attack. *Cephalalgia*, 27(5), 394-402. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2982.2007.01303.x>
- Kindelan-Calvo, P., Gil-Martínez, A., Paris-Alemany, A., Pardo-Montero, J., Muñoz-García, D., Angulo-Díaz-Parreño, S., & La Touche, R. (2014). Effectiveness of therapeutic patient education for adults with migraine. A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Pain medicine (Malden, Mass.)*, 15(9), 1619–1636. <https://doi.org/10.1111/pme.12505>
- Knaepen, K., Goekint, M., Heyman, E. M., & Meeusen, R. (2010). Neuroplasticity - exercise-induced response of peripheral brain-derived neurotrophic factor: a systematic review of experimental studies in human subjects. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 40(9), 765–801. <https://doi.org/10.2165/11534530-000000000-00000>
- Kumar A, Bhatia R, Sharma G, Dhanlika D, Vishnubhatla S, Singh RK et al. (2020) Effect of yoga as add-on therapy in migraine (CONTAIN): A randomized clinical trial. *Neurology*. 26;94(21):e2203-e2212. <https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000009473>

- Lemmens, J., De Pauw, J., Van Soom, T., Michiels, S., Versijpt, J., van Breda, E., Castien, R., & De Hertogh, W. (2019). The effect of aerobic exercise on the number of migraine days, duration and pain intensity in migraine: A systematic literature review and meta-analysis. *The Journal of Headache and Pain*, 20(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s10194-019-0961-8>
- Luedtke, K., Basener, A., Bedei, S., Castien, R., Chaibi, A., Falla, D., Fernández-de-Las-Peñas, C., Gustafsson, M., Hall, T., Jull, G., Kropp, P., Madsen, B. K., Schaefer, B., Seng, E., Steen, C., Tuchin, P., von Piekartz, H., & Wollesen, B. (2020). Outcome measures for assessing the effectiveness of non-pharmacological interventions in frequent episodic or chronic migraine: a Delphi study. *BMJ open*, 10(2), e029855. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-029855>
- Mehta JN, Parikh S, Desai SD, Solanki RC, G Pathak A. (2021). Study of Additive Effect of Yoga and Physical Therapies to Standard Pharmacologic Treatment in Migraine. *J Neurosci Rural Pract*. Jan;12(1):60-66. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1718842>
- Millstein, R. (2013). Aerobic Exercise. In: Gellman, M.D., Turner, J.R. (eds) *Encyclopedia of Behavioral Medicine*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1005-9_1087
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Polaski, A. M., Phelps, A. L., Kostek, M. C., Szucs, K. A., & Kolber, B. J. (2019). Exercise-induced hypoalgesia: A meta-analysis of exercise dosing for the treatment of chronic pain. *PloS one*, 14(1), e0210418. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210418>
- Puledda, F., & Shields, K. (2018). Non-pharmacological approaches for migraine. *Neurotherapeutics*, 15(2), 336–345.
- Reina-Varona, Á., Madroñero-Miguel, B., Fierro-Marrero, J., Paris-Aleman, A., & La Touche, R. (2024). Efficacy of various exercise interventions for migraine treatment: A systematic review and network meta-analysis. *Headache*, 64(7), 873–900. <https://doi.org/10.1111/head.14696>
- Reina-Varona Á, Madroñero-Miguel B, Gaul C, Hall T, Oliveira AB, Bond DS, Fernández-de Las Peñas C, Florencio LL, Carvalho GF, Luedtke K, Varkey E, Krøll LS, Bevilacqua-Grossi D, Kisan R, La Touche R, Paris-Aleman A. (2023). Therapeutic Exercise Parameters, Considerations, and Recommendations for Migraine Treatment: An International Delphi Study. *Phys Ther*. 3;103(10):pzad080. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzad080>.

- Rethlefsen, M. L., Kirtley, S., Waffenschmidt, S., Ayala, A. P., Moher, D., Page, M. J., Koffel, J. B., & PRISMA-S Group. (2021). PRISMA-S: An extension to the PRISMA Statement for reporting literature searches in systematic reviews. *Systematic Reviews*, 10, 39.
<https://doi.org/10.1186/s13643-020-01542-z>
- Sari Aslani, P., Hassanpour, M., Razi, O. *et al.* (2021) Resistance training reduces pain indices and improves quality of life and body strength in women with migraine disorders. *Sport Sci Health*.
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-573627/v1>
- Serrano, D., Lipton, R. B., Scher, A. I., Reed, M. L., Stewart, W. B. F., Adams, A. M., & Buse, D. C. (2017). Fluctuations in episodic and chronic migraine status over the course of 1 year: implications for diagnosis, treatment and clinical trial design. *The journal of headache and pain*, 18(1), 101. <https://doi.org/10.1186/s10194-017-0787-1>
- Song TJ, Chu MK. (2021).Exercise in Treatment of Migraine Including Chronic Migraine. *Curr Pain Headache Rep*. 25;25(3):14.
<https://doi.org/10.1007/s11916-020-00929-w>.
- Steiner, T. J., Stovner, L. J., Vos, T., Jensen, R., & Katsarava, Z. (2018). Migraine is first cause of disability in under 50s: Will health politicians now take notice? *The Journal of Headache and Pain*, 19(1), 17–20.
<https://doi.org/10.1186/s10194-018-0846-2>
- Sterne JAC, Savović J, Page MJ, et al. (2019). RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*. 366:l4898.
<https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>
- Sutherland, H. G., & Griffiths, L. R. (2017). Genetics of migraine: Insights into the molecular basis of migraine disorders. *Headache*, 57(4), 537-569.
<https://doi.org/10.1111/head.13053>
- Younger, D. S. (2016). Epidemiology of migraine. *Neurologic Clinics*, 34(4), 849–861. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2016.06.011>

EFFECTOS DEL EJERCICIO SOBRE BIOMARCADORES DE DOLOR NEUROPÁTICO EN MODELOS ANIMALES. REVISIÓN LITERARIA

JORGE MENÉNDEZ CÁMARA

*Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Fisioterapia,
Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física
Universidad Rey Juan Carlos.
Madrid, España*

*Grupo de Investigación Neurociencia Cognitiva, Dolor y Rehabilitación
(NECODOR). Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Rey Juan Carlos
Madrid, España*

1. INTRODUCCIÓN

Desde el año 2019, el **dolor neuropático** (DN) es definido por la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP) como aquel dolor causado por una lesión o enfermedad que afecta al sistema somatosensorial (“Terminology | International Association for the Study of Pain,” n.d.). Esta definición reemplazó a la acuñada en 1994, en la que el DN se entendía como dolor iniciado o causado por una lesión primaria, disfunción o alteración transitoria del sistema nervioso periférico o central. Este cambio se vio impulsado, entre otras razones, por la necesidad de distinguirlo de un tercer mecanismo del dolor – el dolor nociplástico –, destinado a describir condiciones donde no se evidencia un daño tisular claro, como es el caso de la fibromialgia (Kosek et al., 2016).

El DN es, por tanto, un mecanismo del dolor y no un diagnóstico, por lo que se puede encontrar asociado a numerosos cuadros clínicos como polineuropatías (metabólicas o tóxicas), mononeuropatías periféricas, lesión medular o daño cerebral tras accidente cerebrovascular.

Es habitual su tendencia a la cronificación, entendida desde un punto de vista temporal, pudiendo el DN crónico llegar a afectar al 6.8-10% de la población mundial (van Hecke et al., 2014). Esto no solo supone un gran coste socioeconómico, sino que también se asocia habitualmente a niveles de ansiedad, depresión o insomnio superiores a los reportados por pacientes con otros fenotipos de dolor como el nociceptivo (Vieira et al., 2024), afectando así a la calidad de vida de quienes lo sufren.

Además, su relevancia clínica va más allá de los datos de prevalencia y morbilidad. Actualmente el tratamiento farmacológico es la primera línea de intervención, con fármacos como antidepresivos tricíclicos, inhibidores de la recaptación de serotonina y noradrenalina, y anticonvulsivantes como la gabapentina (Soliman et al., 2025). Sin embargo, cerca de un 50% de los pacientes no experimentan una mejoría clínicamente relevante (Finnerup et al., 2018) y muchos experimentan efectos adversos que limitan su adherencia. Esta baja tasa de respuesta ha motivado la búsqueda de estrategias complementarias que permitan mejorar el manejo clínico del DN.

1.1 EJERCICIO TERAPÉUTICO COMO TRATAMIENTO COADYUVANTE

Entre las estrategias no farmacológicas, el **ejercicio terapéutico** ha adquirido creciente protagonismo en los últimos años (Jesson et al., 2020). Diversos ensayos clínicos y guías de práctica clínica recomiendan su implementación como intervención coadyuvante para reducir el dolor y mejorar la calidad de vida en personas con DN (Loprinzi et al., 2020; *Low Back Pain and Sciatica in over 16s*, 2020). Sin embargo, los resultados de estos estudios son frecuentemente contradictorios, lo que ha generado cierta incertidumbre respecto a su efectividad real (Jesson et al., 2020).

Además, la mayoría de los estudios se centran en variables clínicas—como la intensidad del dolor o el estado funcional—, pero no profundizan en los mecanismos fisiopatológicos a través de los cuales el ejercicio podría ejercer sus efectos beneficiosos. Esta limitación impide comprender con claridad qué pacientes podrían beneficiarse del ejercicio, con qué dosis y en qué condiciones específicas.

1.2 FISIOPATOLOGÍA DEL DN: MODELOS ANIMALES Y BIOMARCADORES PARA UNA MEDICINA DE PRECISIÓN

Ante este escenario, en los últimos años, tanto la investigación como la práctica clínica han comenzado a adoptar un enfoque orientado a la medicina de precisión, cuyo objetivo es adaptar el tratamiento a las características individuales de cada paciente (Bouhassira & Attal, 2023). Este cambio de paradigma ha impulsado el interés por identificar biomarcadores específicos que permitan una mejor estratificación y fenotipado de los pacientes con DN, con el objetivo de predecir su respuesta a las distintas intervenciones terapéuticas disponibles (Baron et al., 2023).

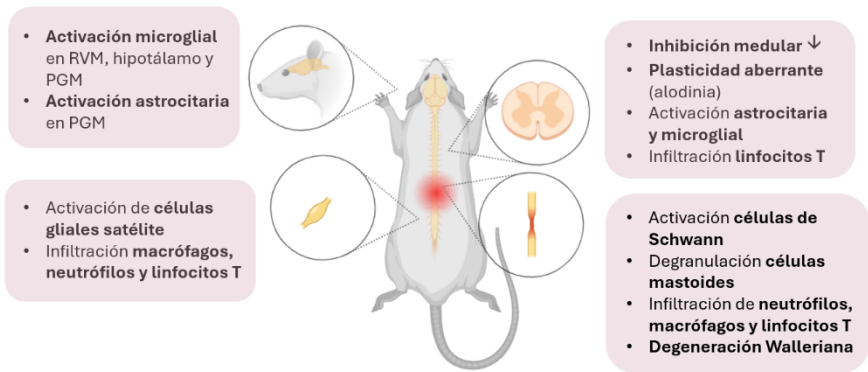
En esta línea, los modelos animales han sido fundamentales para desentrañar los complejos mecanismos fisiopatológicos implicados en el desarrollo y mantenimiento del DN, así como para explorar posibles dianas terapéuticas. Dada la amplia variedad de diagnósticos que se engloban dentro de los términos “neuropatía” o “dolor neuropático”, desde la segunda mitad del s.XX son numerosos los modelos animales que se han desarrollado, cada uno con unas características fisiopatológicas específicas (Jaggi et al., 2011; Stemkowski & Smith, 2011). Los más empleados para simular neuropatías traumáticas son el modelo de constricción crónica (CCI) (Bennett & Xie, 1988) o el de ligadura del nervio espinal (SNL) (Ho Kim & Mo Chung, 1992). Aunque también existen otros modelos como los modelos de lesión medular (Hulsebosch et al., 2000), neuropatía diabética inducida por estreptozotocina (STZ) (O’Brien et al., 2014) o neuropatía inducida por paclitaxel para simular la neuropatía inducida por quimioterapia (Höke & Ray, 2014).

Los hallazgos derivados de estos modelos muestran claramente que el DN no se limita a una disfunción exclusivamente neuronal, sino que involucra una respuesta neuro inmune compleja (Calvo et al., 2012) (**Figura 1**). A nivel periférico, la lesión nerviosa desencadena un proceso de sensibilización periférica mediada por la activación del sistema inmune, cambios en la expresión de canales iónicos y actividad ectópica (Campbell & Meyer, 2006). La respuesta anormal del sistema inmune a través de la activación de células como macrófagos, mastocitos y células de Schwann – neuroinflamación –, junto con el aumento de

excitabilidad de las neuronas periféricas, genera un ambiente pro-noci-ceptivo (Matsuda et al., 2019; Scholz & Woolf, 2007).

A su vez, las señales aberrantes provenientes de la periferia pueden inducir cambios estructurales y funcionales en la médula espinal y regiones encefálicas superiores, contribuyendo a la sensibilización central (asumida en humanos). La sensibilización central implica una respuesta amplificada del sistema nervioso central a estímulos normales o subum-brales, debido a procesos como la potenciación sináptica, pérdida de inhibición neuronal y reorganización cortical. Estos cambios son man-tenidos por un flujo constante de señales periféricas anómalas y por el sistema inmune, incluyendo la activación de microglía y astrocitos, que puede a su vez perpetuar el input periférico – inflamación neurogénica – (Latremoliere & Woolf, 2009; Xanthos & Sandkühler, 2014).

FIGURA 1: Esquema de las principales alteraciones del sistema inmune presentes en mo-delos animales de dolor neuropático



Fuente: elaboración propia (biorender.com)

A pesar de estos avances en la comprensión de la fisiopatología del DN, y a pesar de que recientes investigaciones apuntan a que algunas pato-logías que cursan con DN pueden predecirse a través de biomarcadores bioquímicos (Fillingim et al., 2025); todavía no se ha identificado un biomarcador específico y validado para el DN – ya sea biomarcador diagnóstico, pronóstico o de respuesta a tratamiento – (Biomarkers De-finitions Working Group., 2001).

Sin embargo, dada la creciente evidencia de que el sistema inmune juega un papel fundamental en su fisiopatología, y teniendo en cuenta que el ejercicio físico es una intervención con capacidad moduladora sobre la respuesta inmune (Fiuza-Luces et al., 2013), estudiar cómo varía la expresión de biomarcadores inmunológicos en modelos animales de DN sometidos a ejercicio, representa una oportunidad prometedora que puede proporcionar nuevas claves para comprender los mecanismos de acción del ejercicio, optimizar su prescripción y, eventualmente, desarrollar estrategias de medicina personalizada.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de esta revisión fue recopilar y analizar la evidencia actual sobre cómo el ejercicio físico puede influir o modular la concentración de diversos biomarcadores relacionados con el dolor neuropático en modelos animales.

Como objetivo secundario, se buscó identificar las principales características de los modelos de ejercicio más empleados y que han mostrado un mayor efecto modulador sobre los biomarcadores en estudios preclínicos.

3. METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda bibliográfica en PubMed y SCOPUS incluyendo términos referidos al ejercicio, lesiones neurales en modelos animales y biomarcadores, restringiendo la búsqueda a revisiones sistemáticas o narrativas, de los últimos 5 años.

4. RESULTADOS

De los 993 resultados obtenidos, 10 fueron excluidos por ser duplicados. Tras una lectura inicial de título y resumen de los 983 artículos restantes, solo 9 fueron incluidos en la revisión final.

Se incluyeron 6 revisiones narrativas y 3 revisiones sistemáticas con meta-análisis. De las revisiones narrativas, cuatro analizaron los efectos del ejercicio sobre diversos marcadores del sistema inmune, siendo dos

más específicas de marcadores gliales (Wang et al., 2024; Zhu et al., 2025). Por otro lado, de las dos restantes, una abordó modelos animales de diabetes y prediabetes (Singleton et al., 2022), y otra se focalizó en modelos de lesión medular (Palandi et al., 2020).

En cuanto a las revisiones sistemáticas, una se centró en los efectos del ejercicio pre-lesión (Koop et al., 2023) y dos analizaron los efectos del ejercicio sobre biomarcadores en diversos modelos de lesión del nervio ciático (Matesanz-García et al., 2023; Sleijser-Koehorst et al., 2023).

En cuando a las características de los ensayos incluidos en estas revisiones sistemáticas. La revisión de Koop et al. (2023) incluyó un total de 11 ensayos de modelos de lesión del nervio ciático, y en 9 de los cuales se pautó un programa de ejercicio aeróbico. La revisión de Sleijser-Koehorst et al. (2023) incluyó un total de 40 artículos, 36 de los cuales se realizaron en modelos con lesión del nervio ciático. En todos ellos se aplicó un programa de ejercicio aeróbico. Por último, la revisión llevada a cabo por Matesanz-García et al. (2023) incluyó 37 estudios de lesión del nervio ciático, aplicando en el 94% de los casos un protocolo de ejercicio aeróbico.

4.1. EFECTOS DEL EJERCICIO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE BIOMARCADORES RELACIONADOS CON EL DN

EJERCICIO PRE-LESIÓN

La revisión llevaba a cabo por Koop et al. (2023) muestra cómo el ejercicio aeróbico (carrera en cinta o natación) aplicado antes de una lesión del nervio ciático, redujo la concentración de IL-1 β a nivel medular durante la primera semana posterior a la lesión. Otros estudios incluidos en esta revisión mostraron también una disminución en la concentración de neurotrofinas y marcadores relacionados con el sistema inmune (BDNF, TNF- α , CCL2), así como de marcadores de estrés celular (ATF3, p38) en médula, ganglio de la raíz dorsal (GRD) y nervio ciático. No obstante, no se observaron cambios en la concentración de marcadores antiinflamatorios.

Dada la heterogeneidad de los estudios y marcadores analizados, los autores no pudieron realizar metaanálisis, por lo que estos resultados deben interpretarse con precaución.

CÉLULAS INMUNOCOMPETENTES

En lo referente a las células inmunocompetentes, la revisión de Sleijser-Koehorst et al. (2023) mostró un descenso de la concentración de astrocitos y microglía en el asta dorsal en el grupo sometido a ejercicio, así como un aumento de los astrocitos en el asta ventral en el grupo control. Estos resultados están en la línea de los reportados por Wang et al. (2024), cuya revisión concluye que el ejercicio es capaz de reducir la activación microglial a nivel medular gracias a su efecto sobre varias rutas de activación celular como la prurinérgica. Del mismo modo, Zhu et al. (2025) apuntan a que el ejercicio puede promover la polarización de los macrófagos hacia un perfil antiinflamatorio (M2) y, por consiguiente, también es capaz de provocar un descenso de la concentración de TNF- α y aumento de la IL-10

Por otro lado, Matesanz-García et al. (2023) observaron un aumento de las células inmunocompetentes a nivel del nervio lesionado, pero no así en el asta dorsal.

MEDIADORES INFLAMATORIOS – CITOQUINAS Y QUIMIOCINAS

Los mediadores inflamatorios como citoquinas o quimiocinas fueron los biomarcadores más estudiados. La revisión Sleijser-Koehorst et al. (2023) mostró que los valores de TNF- α se vieron disminuidos significativamente en el nervio de las ratas lesionadas, sin embargo, los niveles de IL-1 β , IL-6, IL-1, IL-4 o IL-10, no mostraron cambios significativos.

En la revisión de Matesanz-García et al. (2023) se reportan resultados heterogéneos (aumento, descenso o falta de cambio) en diversas citoquinas y quimiocinas. No obstante, en esta revisión no se pudo realizar un metaanálisis.

Por otro lado, en la revisión de Wang et al. (2024) se observó cómo el ejercicio reduce la concentración de diversos mediadores proinflamatorios en varios niveles anatómicos. A nivel encefálico (líquido cefalorraquídeo), se mostró una reducción de las concentraciones de $\text{TNF-}\alpha$ e $\text{IL-1}\beta$. A nivel medular, la disminución de mediadores proinflamatorios se asoció a una menor activación de la microglía y astrocitos, así como a un aumento de la concentración de macrófagos M2 sobre los M1 (identificados a través del marcador CD68). Estos resultados se mantuvieron en las mediciones en el nervio ciático y sangre.

NEUROTROFINAS

Sleijser-Koehorst et al., 2023, mostraron una disminución del BDNF en médula espinal y GRD en los grupos sometidos a ejercicio, tanto en su expresión proteica como en su mRNA, mientras que el IGF-1 mostró un aumento significativo.

Contrastando con estos resultados, Matesanz-García et al. (2023) no encontraron cambios significativos en la concentración de BDNF en el GRD, y hallaron resultados contradictorios en su concentración en nervio y asta dorsal.

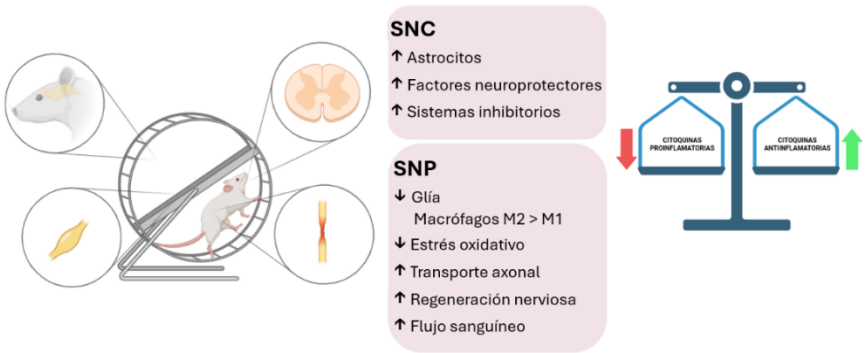
Por otro lado, ambas revisiones reportaron un aumento del GAP-43 a nivel del nervio lesionado.

NEUROTRANSMISORES Y OTROS MARCADORES

Tanto la revisión de Sleijser-Koehorst et al. (2023), como la de Matesanz-García et al. (2023) reportaron un aumento significativo de la concentración de neurotransmisores excitatorios a nivel encefálico (Seroenergic 5-HT_{2A}) y del asta dorsal.

Además, la revisión Sleijser-Koehorst et al. (2023) también mostró un aumento de marcadores involucrados en la degradación sináptica llevada a cabo por la microglía, como Vglut1 o la sinaptofisina.

FIGURA 2: Esquema de los efectos del ejercicio terapéutico sobre marcadores del sistema inmune en modelos animales



Fuente: elaboración propia (biorender.com)

POBLACIONES ESPECÍFICAS – DIABETES Y LESIÓN MEDULAR

Solo una de las revisiones incluidas se centró en modelos de lesión medular, en la cual solo el 37,5% de los artículos analizó biomarcadores (en este caso factores neurotróficos) siendo las mediciones somatosensoriales las más reportadas (Palandi et al., 2020).

Los resultados de las concentraciones de BDNF y NT3 fueron contradictorios al igual que la medición de marcadores microgliales (Iba1) y astrocitarios (CD68 y GFAP), por lo que no se pueden establecer efectos positivos del ejercicio sobre esta población de manera clara.

Por otro lado, la revisión centrada en modelos de diabetes y síndrome metabólico prediabético (Singleton et al., 2022) mostró que el ejercicio aeróbico es capaz de revertir marcadores relacionados con el estrés oxidativo, mejorar el transporte axonal y la regeneración neural, así como disminuir la inflamación.

4.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE EJERCICIO MÁS EMPLEADOS

En relación con los protocolos de ejercicio empleados en las revisiones sistemáticas:

En la revisión de Sleijser-Koehorst et al. (2023) todos los estudios incluidos realizaron ejercicio aeróbico, en el 85% de los casos las ratas corrieron en rueda (8,8% de estos casos de manera voluntaria) y en el 15% se realizó natación forzada. Los programas variaban tanto en duración, desde los 5 días hasta las 8 semanas, como en el inicio de su prescripción, desde el primer día tras la lesión hasta el inicio a las 2 semanas tras la lesión.

En el caso de la revisión de Matesanz-García et al. (2023), el 94% de los estudios emplearon ejercicio aeróbico, el 53% corriendo en cinta (84% de estos lo realizaron de manera forzada), 23% natación forzada, 8% correr en rueda de manera voluntaria, 8% emplearon otras modalidades como salto o escaleras. El resto de los ensayos compararon varias modalidades de ejercicio. De nuevo, los protocolos variaron tanto en su inicio como en duración.

En el caso de los ejercicios realizados antes de la lesión (Koop et al., 2023), el 82% de los protocolos de ejercicio fueron aeróbicos, variando entre correr y natación. Lo más empleado fueron protocolos entre 2-6 semanas.

Esta tendencia hacia el ejercicio aeróbico se mantuvo también en las revisiones narrativas, donde algunas (Zhu et al., 2025) incluyeron un 100% de protocolos de ejercicio aeróbico, siendo el más común correr en cinta, seguido de rueda y natación. Los protocolos variaron desde una duración de 1 semana hasta 7 semanas. Estos resultados son extrapolables a los encontrados en el resto de las revisiones narrativas.

En lo referente a la intensidad del ejercicio, resulta complejo establecer un patrón claro dado que la heterogeneidad de los estudios incluidos es elevada, abarcando protocolos de ejercicio con una duración de 20 minutos/sesión hasta protocolos de 2h/sesión.

5. DISCUSIÓN

Los resultados de esta revisión muestran que el ejercicio terapéutico, principalmente el ejercicio aeróbico, puede tener un efecto modulador sobre diversos biomarcadores implicados en la fisiopatología del DN en modelos animales.

Uno de los hallazgos más consistentes es la **disminución de la activación microglial y de la concentración citoquinas proinflamatorias** (como el TNF- α y la IL-1 β) en regiones clave como la médula espinal y el ganglio de la raíz dorsal. Este efecto antiinflamatorio parece estar mediado por mecanismos moleculares específicos, incluyendo la modulación de receptores purinérgicos y la polarización de macrófagos hacia un fenotipo antiinflamatorio.

Asimismo, se ha observado un **aumento de factores neurotróficos** como el IGF-1 y el GAP-43, lo que sugiere que el ejercicio no solo reduce la neuroinflamación, sino que también promueve la regeneración nerviosa y la plasticidad adaptativa.

Sin embargo, la heterogeneidad metodológica de los programas de ejercicio planteados en los estudios nos obliga a tomar estos resultados con precaución.

5.1. CÉLULAS INMUNOCOMPETENTES Y MEDIADORES INFLAMATORIOS

Los mediadores proinflamatorios como citoquinas y quimiocinas fueron los más analizados en las revisiones incluidas.

Por un lado, si bien la revisión de Matesanz-García et al. (2023) mostró resultados heterogéneos, esto puede deberse a que no se diferenció entre citoquinas pro- y antiinflamatorias. Sin embargo, otras revisiones muestran resultados más positivos a favor del ejercicio. La revisión de Wang et al. (2024) concluye que el ejercicio aeróbico tiene un efecto modulador sobre estos marcadores, evidenciando una disminución de los mediadores proinflamatorios a todos los niveles anatómicos. Cabe destacar, no obstante, que estos resultados solo se mantuvieron significativos a nivel del nervio lesionado en el meta-análisis realizado por Sleijser-Koehorst et al. (2023). La falta de estudios, así como la heterogeneidad entre modelos de lesión, protocolos de intervención y tiempos de medición, puede explicar por qué algunos de estos resultados no son replicables entre estudios.

Un ejemplo de cómo la duración de los protocolos de ejercicio puede influir, lo encontramos en los análisis realizados a nivel del GRD y del asta dorsal de la médula. La disminución de las concentraciones de mediadores proinflamatorios en este nivel parece estar mediada por una

disminución en la activación microglial y astrocitaria, también evidenciada en los meta-análisis revisados (Sleijser-Koehorst et al., 2023). Si bien la contribución de estas células al DN está ampliamente demostrada (Moalem & Tracey, 2006; Zhao et al., 2017), se ha sugerido que la microglía juega un papel más relevante en la iniciación del dolor y los astrocitos en su mantenimiento (Raghavendra et al., 2003), por lo que protocolos breves de ejercicio podrían no llegar a modificar la activación astrocitaria. También se ha demostrado que el tipo de lesión y el material con el que se realiza, puede afectar a la activación de estas células o a los síntomas de DN presentados por los animales (Dubový et al., 2018; Robinson & Meert, 2005).

Con respecto a los hallazgos de una disminución de la actividad microglial y astrocitaria. De acuerdo a la revisión de Wang et al. (2024) la reducción de la concentración y activación de estas células a nivel medular, puede explicarse gracias al efecto que tiene el ejercicio sobre varias rutas de activación microglial. Entre ellas, se ha demostrado que el ejercicio es capaz de disminuir receptores involucrados en la activación purinérgica de la microglía (P2X7R, P2Y12R), así como de disminuir la fosforilación de p38 MAPK y la concentración de la fractalina. En la misma dirección, la revisión de Zhu et al. (2025) apunta a que el ejercicio puede promover la polarización de los macrófagos hacia un perfil antiinflamatorio (M2), evidenciado a través de los marcadores CD206 y Arg1 – y que dicha polarización tiene un efecto analgésico mediado por un descenso de la concentración de TNF- α y aumento de la IL-10.

Sin embargo, ambas revisiones remarcan que ejercicios de alta intensidad tras la lesión, o de duración prolongada en el tiempo, puede tener un efecto proinflamatorio, por lo que una buena programación del mismo puede ser clave para obtener los efectos deseados.

No obstante, se precisan más ensayos en modelos de lesión neural para poder evidenciar estos efectos.

5.2. NEUROTROFINAS

Si bien algunas revisiones parecen indicar que el ejercicio aeróbico modifica la concentración de BDNF en asta dorsal, GRD e incluso a nivel

del nervio, la interpretación de estos cambios es compleja dada la diversidad de funciones que posee esta neurotrofina.

La tónica general de la literatura actual parece indicar que, fuera del encéfalo, el BDNF desempeña un papel pronociceptivo y está involucrado en el DN (Yajima et al., 2002, 2005). Sin embargo, algunas publicaciones parecen indicar que también puede desempeñar un papel analgésico el cual puede deberse a su capacidad para prevenir la pérdida de interneuronas GABAérgicas en la médula (Eaton et al., 2002; Siuciak et al., 1994).

Por otro lado, el aumento del factor de crecimiento de insulínico tipo-1 (IGF-1) y de “growth-associated protein-43” (GAP-43) sugieren que el ejercicio también puede tener efectos protectores evitando la muerte neuronal y favoreciendo su regeneración (Butovsky et al., 2005; Holahan, 2017).

5.3. TRASLACIÓN A ESTUDIOS EN HUMANOS

Estudios realizados en sujetos sanos muestran como el ejercicio realizado de manera regular tiene un efecto antiinflamatorio (Scheffer & Latini, 2020; Walsh et al., 2011), pudiendo esta respuesta verse influenciada por múltiples factores como el tipo de ejercicio, intensidad o duración (Nieman & Pence, 2020).

No obstante, si nos centramos en programas de ejercicio aplicados a pacientes con neuropatías o DN, la evidencia actual contrasta con los modelos animales reportados en esta revisión. Si bien la mayoría de los programas de ejercicio aplicados a modelos animales se realizan en modelos de lesión del nervio ciático (CCI o SNL), gran parte de la literatura actual sobre ejercicio y DN se ha realizado en pacientes con neuropatía diabética o neuropatía inducida por ejercicio, evidenciando así una brecha entre los modelos de lesión estudiados y las poblaciones clínicas sobre las que se intentan extrapolar sus resultados.

En el caso de la neuropatía diabética, la combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza ha mostrado ser capaz de disminuir la concentración de TNF- α , pero no así de Il-6 (Zaki et al., 2024), pudiendo sugerir un leve efecto antiinflamatorio. También se ha evidenciado una mejora de la densidad de fibras intraepidermal tras un programa de ejercicio

combinado (Singleton et al., 2014), acorde a la revisión en modelos animales que evidenciaba un efecto positivo sobre la regeneración neuronal (Singleton et al., 2022). No obstante, la evidencia es aún escasa.

5.4. LIMITACIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Una de las limitaciones principales de esta revisión, y de los estudios que la componen, es que los modelos animales investigados presentan una elevada heterogeneidad entre sí. Del mismo modo, la extrapolación de los resultados vistos en modelos animales no siempre es posible a humanos.

En el caso del DN, se ha evidenciado que los modelos animales de lesión neural no siempre reproducen la sintomatología vista en los pacientes (Schmid et al., 2013; Zeltser et al., 2000), lo cual puede sugerir unos mecanismos fisiopatológicos diferentes, y, por tanto, una respuesta al tratamiento diferente.

En las revisiones incluidas, el modelo de lesión más empleado fue la constricción crónica, el cual dista ampliamente de los grupos poblacionales con DN donde más se han estudiado los efectos del ejercicio (población con neuropatía diabética y neuropatía inducida por quimioterapia).

Con respecto a las futuras líneas de investigación, un aspecto no explorado en estas revisiones, pero de gran relevancia clínica, es la interacción entre el ejercicio y los tratamientos farmacológicos convencionales. La mayoría de los estudios tanto en modelos animales como en pacientes, analizan estos elementos de manera aislada, sin valorar cómo pueden potenciarse o interferirse mutuamente.

En otros cuadros clínicos como el cáncer, se ha evidenciado que el ejercicio es capaz de modular la respuesta al tratamiento farmacológico, mejorando su biodisponibilidad o disminuyendo sus efectos adversos (Piroux et al., 2020; Schumacher et al., 2021). En el caso del DN existen hipótesis según las cuales el ejercicio podría modular la expresión de receptores diana, aumentando así la eficacia farmacológica. Por ejemplo, se ha propuesto que la actividad física puede incrementar la expresión de receptores GABAérgicos o serotoninérgicos, los cuales son diana de fármacos antidepresivos, utilizados como primera línea en el tratamiento del DN (Ghanbari, 2025).

Por el contrario, también se ha sugerido que ciertos medicamentos podrían limitar la capacidad adaptativa al ejercicio, al interferir con rutas metabólicas clave para la neuroplasticidad o la función mitocondrial (Cardinale et al., 2017; Emmerzaal et al., 2021). Por ello, sería necesario desarrollar estudios que analicen esta interacción de forma sistemática, para poder establecer guías de prescripción conjunta de ejercicio y fármacos en pacientes con DN.

Otro aspecto a tener en cuenta en estas revisiones, y relevante de cara a futuras líneas de investigación, es que los modelos

6. CONCLUSIONES

En conclusión, el ejercicio terapéutico muestra efectos positivos en múltiples niveles asociados al DN, destacando su capacidad antiinflamatoria, neuroprotectora y moduladora de sistemas endógenos. No obstante, dada la gran variedad de modelos de lesión neural incluidos y las diferencias fisiopatológicas entre humanos y modelos experimentales, la aplicabilidad clínica ha de extrapolarse con precaución.

7. REFERENCIAS

- Baron, R., Dickenson, A. H., Calvo, M., Dib-Hajj, S. D., & Bennett, D. L. (2023). Maximizing treatment efficacy through patient stratification in neuropathic pain trials. *Nature Reviews Neurology*, 19(1), 53–64. <https://doi.org/10.1038/s41582-022-00741-7>
- Bennett, G. J., & Xie, Y.-K. (1988). A peripheral mononeuropathy in rat that produces disorders of pain sensation like those seen in man. *PAIN*, 33(1), 87. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(88\)90209-6](https://doi.org/10.1016/0304-3959(88)90209-6)
- Biomarkers Definitions Working Group. (2001). Biomarkers and surrogate endpoints: Preferred definitions and conceptual framework. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 69(3), 89–95. <https://doi.org/10.1067/mcp.2001.113989>
- Bouhassira, D., & Attal, N. (2023). Personalized treatment of neuropathic pain: Where are we now? *European Journal of Pain (London, England)*, 27(9), 1084–1098. <https://doi.org/10.1002/ejp.2120>
- Butovsky, O., Talpalar, A. E., Ben-Yaakov, K., & Schwartz, M. (2005). Activation of microglia by aggregated β -amyloid or lipopolysaccharide impairs MHC-II expression and renders them cytotoxic whereas IFN- γ and IL-4 render them protective. *Molecular and Cellular Neuroscience*, 29(3), 381–393. <https://doi.org/10.1016/j.mcn.2005.03.005>

- Calvo, M., Dawes, J. M., & Bennett, D. L. (2012). The role of the immune system in the generation of neuropathic pain. *The Lancet Neurology*, 11(7), 629–642. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(12\)70134-5](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(12)70134-5)
- Campbell, J. N., & Meyer, R. A. (2006). Mechanisms of Neuropathic Pain. *Neuron*, 52(1), 77–92. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2006.09.021>
- Cardinale, D. A., Lilja, M., Mandić, M., Gustafsson, T., Larsen, F. J., & Lundberg, T. R. (2017). Resistance Training with Co-ingestion of Anti-inflammatory Drugs Attenuates Mitochondrial Function. *Frontiers in Physiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.01074>
- Dubový, P., Klusáková, I., Hradilová-Sviženská, I., Joukal, M., & Boadas-Vaello, P. (2018). Activation of Astrocytes and Microglial Cells and CCL2/CCR2 Upregulation in the Dorsolateral and Ventrolateral Nuclei of Periaqueductal Gray and Rostral Ventromedial Medulla Following Different Types of Sciatic Nerve Injury. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 12. <https://doi.org/10.3389/fncel.2018.00040>
- Eaton, M. J., Blits, B., Ruitenbergh, M. J., Verhaagen, J., & Oudega, M. (2002). Amelioration of chronic neuropathic pain after partial nerve injury by adeno-associated viral (AAV) vector-mediated over-expression of BDNF in the rat spinal cord. *Gene Therapy*, 9(20), 1387–1395. <https://doi.org/10.1038/sj.gt.3301814>
- Emmerzaal, T. L., Nijkamp, G., Veldic, M., Rahman, S., Andreazza, A. C., Morava, E., Rodenburg, R. J., & Kozicz, T. (2021). Effect of neuropsychiatric medications on mitochondrial function: For better or for worse. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 127, 555–571. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.05.001>
- Fillingim, M., Tanguay-Sabourin, C., Parisien, M., Zare, A., Guglietti, G. V., Norman, J., Petre, B., Bortsov, A., Ware, M., Perez, J., Roy, M., Diatchenko, L., & Vachon-Presseau, E. (2025). Biological markers and psychosocial factors predict chronic pain conditions. *Nature Human Behaviour*. <https://doi.org/10.1038/s41562-025-02156-y>
- Finnerup, N. B., Haroutounian, S., Baron, R., Dworkin, R. H., Gilron, I., Haanpaa, M., Jensen, T. S., Kamerman, P. R., McNicol, E., Moore, A., Raja, S. N., Andersen, N. T., Sena, E. S., Smith, B. H., Rice, A. S., & Attal, N. (2018). Neuropathic pain clinical trials: Factors associated with decreases in estimated drug efficacy. *Pain*, 159(11), 2339–2346. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001340>
- Fiuza-Luces, C., Garatachea, N., Berger, N. A., & Lucia, A. (2013). Exercise is the real polypill. *Physiology (Bethesda, Md.)*, 28(5), 330–358. <https://doi.org/10.1152/physiol.00019.2013>

- Ghanbari, A. (2025). Beneficial Effects of Exercise in Neuropathic Pain: An Overview of the Mechanisms Involved. *Pain Research and Management*, 2025(1), 3432659. <https://doi.org/10.1155/prm/3432659>
- Ho Kim, S., & Mo Chung, J. (1992). An experimental model for peripheral neuropathy produced by segmental spinal nerve ligation in the rat. *PAIN*, 50(3), 355. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(92\)90041-9](https://doi.org/10.1016/0304-3959(92)90041-9)
- Höke, A., & Ray, M. (2014). Rodent Models of Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy. *ILAR Journal*, 54(3), 273–281. <https://doi.org/10.1093/ilar/ilt053>
- Holahan, M. R. (2017). A Shift from a Pivotal to Supporting Role for the Growth-Associated Protein (GAP-43) in the Coordination of Axonal Structural and Functional Plasticity. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 11. <https://doi.org/10.3389/fncel.2017.00266>
- Hulsebosch, C. E., Xu, G. Y., Perez-Polo, J. R., Westlund, K. N., Taylor, C. P., & McAdoo, D. J. (2000). Rodent model of chronic central pain after spinal cord contusion injury and effects of gabapentin. *Journal of Neurotrauma*, 17(12), 1205–1217. <https://doi.org/10.1089/neu.2000.17.1205>
- Jaggi, A. S., Jain, V., & Singh, N. (2011). Animal models of neuropathic pain: Animal models of neuropathic pain. *Fundamental & Clinical Pharmacology*, 25(1), 1–28. <https://doi.org/10.1111/j.1472-8206.2009.00801.x>
- Jesson, T., Runge, N., & Schmid, A. B. (2020). Physiotherapy for people with painful peripheral neuropathies: A narrative review of its efficacy and safety. *Pain Reports*, 5(5), e834. <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000000834>
- Koop, M. A., Sleijser-Koehorst, M. L. S., Hooijmans, C. R., Tdlohreg, P. Q., Lutke Schipholt, I. J., Scholten-Peeters, G. G. M., & Coppieters, M. W. (2023). The potential protective effects of pre-injury exercise on neuroimmune responses following experimentally-induced traumatic neuropathy: A systematic review with meta-analysis. *Frontiers in Immunology*, 14, 1215566. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1215566>
- Kosek, E., Cohen, M., Baron, R., Gebhart, G. F., Mico, J.-A., Rice, A. S. C., Rief, W., & Sluka, A. K. (2016). Do we need a third mechanistic descriptor for chronic pain states? *PAIN*, 157(7), 1382. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000507>
- Latremoliere, A., & Woolf, C. J. (2009). Central Sensitization: A Generator of Pain Hypersensitivity by Central Neural Plasticity. *The Journal of Pain : Official Journal of the American Pain Society*, 10(9), 895–926. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2009.06.012>

- Loprinzi, C. L., Lacchetti, C., Bleeker, J., Cavaletti, G., Chauhan, C., Hertz, D. L., Kelley, M. R., Lavino, A., Lustberg, M. B., Paice, J. A., Schneider, B. P., Lavoie Smith, E. M., Smith, M. L., Smith, T. J., Wagner-Johnston, N., & Hershman, D. L. (2020). Prevention and Management of Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy in Survivors of Adult Cancers: ASCO Guideline Update. *Journal of Clinical Oncology: Official Journal of the American Society of Clinical Oncology*, 38(28), 3325–3348. <https://doi.org/10.1200/JCO.20.01399>
- Low back pain and sciatica in over 16s: Assessment and management.* (2020). National Institute for Health and Care Excellence (NICE). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562933/>
- Matesanz-García, L., Billerot, C., Fundaun, J., & Schmid, A. B. (2023). Effect of Type and Dose of Exercise on Neuropathic Pain After Experimental Sciatic Nerve Injury: A Preclinical Systematic Review and Meta-Analysis. *The Journal of Pain*, 24(6), 921–938. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2023.01.011>
- Matsuda, M., Huh, Y., & Ji, R.-R. (2019). Roles of inflammation, neurogenic inflammation, and neuroinflammation in pain. *Journal of Anesthesia*, 33(1), 131–139. <https://doi.org/10.1007/s00540-018-2579-4>
- Moalem, G., & Tracey, D. J. (2006). Immune and inflammatory mechanisms in neuropathic pain. *Brain Research Reviews*, 51(2), 240–264. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2005.11.004>
- Nieman, D. C., & Pence, B. D. (2020). Exercise immunology: Future directions. *Journal of Sport and Health Science*, 9(5), 432–445. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.12.003>
- O'Brien, P. D., Sakowski, S. A., & Feldman, E. L. (2014). Mouse Models of Diabetic Neuropathy. *ILAR Journal*, 54(3), 259–272. <https://doi.org/10.1093/ilar/ilt052>
- Palandi, J., Bobinski, F., de Oliveira, G. M., & Ilha, J. (2020). Neuropathic pain after spinal cord injury and physical exercise in animal models: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 108, 781–795. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.12.016>
- Piriaux, E., Caty, G., Aboubakar Nana, F., & Reychler, G. (2020). Effects of exercise therapy in cancer patients undergoing radiotherapy treatment: A narrative review. *SAGE Open Medicine*, 8, 2050312120922657. <https://doi.org/10.1177/2050312120922657>
- Raghavendra, V., Tanga, F., & DeLeo, J. A. (2003). Inhibition of microglial activation attenuates the development but not existing hypersensitivity in a rat model of neuropathy. *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 306(2), 624–630. <https://doi.org/10.1124/jpet.103.052407>

- Robinson, I., & Meert, T. F. (2005). Stability of neuropathic pain symptoms in partial sciatic nerve ligation in rats is affected by suture material. *Neuroscience Letters*, 373(2), 125–129. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2004.09.078>
- Scheffer, D. da L., & Latini, A. (2020). Exercise-induced immune system response: Anti-inflammatory status on peripheral and central organs. *Biochimica Et Biophysica Acta. Molecular Basis of Disease*, 1866(10), 165823. <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2020.165823>
- Schmid, A. B., Coppieters, M. W., Ruitenber, M. J., & McLachlan, E. M. (2013). Local and Remote Immune-Mediated Inflammation After Mild Peripheral Nerve Compression in Rats. *Journal of Neuropathology & Experimental Neurology*, 72(7), 662–680. <https://doi.org/10.1097/NEN.0b013e318298de5b>
- Scholz, J., & Woolf, C. J. (2007). The neuropathic pain triad: Neurons, immune cells and glia. *Nature Neuroscience*, 10(11), Article 11. <https://doi.org/10.1038/nn1992>
- Schumacher, O., Luo, H., Taaffe, D. R., Galvão, D. A., Tang, C., Chee, R., Spry, N., & Newton, R. U. (2021). Effects of Exercise During Radiation Therapy on Physical Function and Treatment-Related Side Effects in Men With Prostate Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, 111(3), 716–731. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2021.06.034>
- Singleton, J. R., Foster-Palmer, S., & Marcus, R. L. (2022). Exercise as Treatment for Neuropathy in the Setting of Diabetes and Prediabetic Metabolic Syndrome: A Review of Animal Models and Human Trials. *Current Diabetes Reviews*, 18(5), e230921196752. <https://doi.org/10.2174/1573399817666210923125832>
- Singleton, J. R., Marcus, R. L., Jackson, J. E., K Lessard, M., Graham, T. E., & Smith, A. G. (2014). Exercise increases cutaneous nerve density in diabetic patients without neuropathy. *Annals of Clinical and Translational Neurology*, 1(10), 844–849. <https://doi.org/10.1002/acn3.125>
- Siuciak, J. A., Altar, C. A., Wiegand, S. J., & Lindsay, R. M. (1994). Antinociceptive effect of brain-derived neurotrophic factor and neurotrophin-3. *Brain Research*, 633(1–2), 326–330. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(94\)91556-3](https://doi.org/10.1016/0006-8993(94)91556-3)
- Sleijser-Koehorst, M. L. S., Koop, M. A., Coppieters, M. W., Lutke Schipholt, I. J., Radisic, N., Hooijmans, C. R., & Scholten-Peeters, G. G. M. (2023). The effects of aerobic exercise on neuroimmune responses in animals with traumatic peripheral nerve injury: A systematic review with meta-analyses. *Journal of Neuroinflammation*, 20(1), 104. <https://doi.org/10.1186/s12974-023-02777-y>

- Soliman, N., Moisset, X., Ferraro, M. C., de Andrade, D. C., Baron, R., Belton, J., Bennett, D. L. H., Calvo, M., Dougherty, P., Gilron, I., Hietaharju, A. J., Hosomi, K., Kamerman, P. R., Kemp, H., Enax-Krumova, E. K., McNicol, E., Price, T. J., Raja, S. N., Rice, A. S. C., ... NeuPSIG Review Update Study Group. (2025). Pharmacotherapy and non-invasive neuromodulation for neuropathic pain: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet. Neurology*, 24(5), 413–428. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(25\)00068-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(25)00068-7)
- Stemkowski, P., & Smith, P. (2011). An overview of animal models for neuropathic pain. *Neuropathic Pain: Causes, Management, and Understanding*, 33–50. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139152211.005>
- Terminology | International Association for the Study of Pain. (n.d.). *International Association for the Study of Pain (IASP)*. Retrieved October 24, 2023, from <https://www.iasp-pain.org/resources/terminology/>
- van Hecke, O., Austin, S. K., Khan, R. A., Smith, B. H., & Torrance, N. (2014). Neuropathic pain in the general population: A systematic review of epidemiological studies. *PAIN*, 155(4), 654. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.11.013>
- Vieira, W. F., Coelho, D. R. A., Litwiler, S. T., McEachern, K. M., Clancy, J. A., Morales-Quezada, L., & Cassano, P. (2024). Neuropathic pain, mood, and stress-related disorders: A literature review of comorbidity and copathogenesis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 161, 105673. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105673>
- Walsh, N. P., Gleeson, M., Shephard, R. J., Gleeson, M., Woods, J. A., Bishop, N. C., Fleshner, M., Green, C., Pedersen, B. K., Hoffman-Goetz, L., Rogers, C. J., Northoff, H., Abbasi, A., & Simon, P. (2011). Position statement. Part one: Immune function and exercise. *Exercise Immunology Review*, 17, 6–63.
- Wang, M.-J., Jing, X.-Y., Wang, Y.-Z., Yang, B.-R., Lu, Q., Hu, H., & Kang, L. (2024). Exercise, Spinal Microglia and Neuropathic Pain: Potential Molecular Mechanisms. *Neurochemical Research*, 49(1), 29–37. <https://doi.org/10.1007/s11064-023-04025-4>
- Xanthos, D. N., & Sandkühler, J. (2014). Neurogenic neuroinflammation: Inflammatory CNS reactions in response to neuronal activity. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(1), 43–53. <https://doi.org/10.1038/nrn3617>
- Yajima, Y., Narita, M., Narita, M., Matsumoto, N., & Suzuki, T. (2002). Involvement of a spinal brain-derived neurotrophic factor/full-length TrkB pathway in the development of nerve injury-induced thermal hyperalgesia in mice. *Brain Research*, 958(2), 338–346. [https://doi.org/10.1016/s0006-8993\(02\)03666-1](https://doi.org/10.1016/s0006-8993(02)03666-1)

- Yajima, Y., Narita, M., Usui, A., Kaneko, C., Miyatake, M., Narita, M., Yamaguchi, T., Tamaki, H., Wachi, H., Seyama, Y., & Suzuki, T. (2005). Direct evidence for the involvement of brain-derived neurotrophic factor in the development of a neuropathic pain-like state in mice. *Journal of Neurochemistry*, 93(3), 584–594. <https://doi.org/10.1111/j.1471-4159.2005.03045.x>
- Zaki, S., Sharma, Saurabh, & Vats, H. (2024). Effectiveness of concurrent exercise training in people with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy Theory and Practice*, 40(9), 2094–2115. <https://doi.org/10.1080/09593985.2023.2225717>
- Zeltser, R., Beilin, B.-Z., Zaslansky, R., & Seltzer, Z. (2000). Comparison of autotomy behavior induced in rats by various clinically-used neurectomy methods. *Pain*, 89(1), 19–24. [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(00\)00342-0](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(00)00342-0)
- Zhao, H., Alam, A., Chen, Q., A Eusman, M., Pal, A., Eguchi, S., Wu, L., & Ma, D. (2017). The role of microglia in the pathobiology of neuropathic pain development: What do we know? *British Journal of Anaesthesia*, 118(4), 504–516. <https://doi.org/10.1093/bja/aex006>
- Zhu, C.-C., Zheng, Y.-L., Gong, C., Chen, B.-L., & Guo, J.-B. (2025). Role of Exercise on Neuropathic Pain in Preclinical Models: Perspectives for Neuroglia. *Molecular Neurobiology*, 62(3), 3684–3696. <https://doi.org/10.1007/s12035-024-04511-y>

DIFERENCIAS EN EL GRADO DE ACTIVIDAD FÍSICA ENTRE PACIENTES CON Y SIN DOLOR NEUROPÁTICO. ESTUDIO OBSERVACIONAL

JORGE MENÉNDEZ CÁMARA

*Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Fisioterapia,
Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física
Universidad Rey Juan Carlos. Madrid, España
Grupo de Investigación Neurociencia Cognitiva, Dolor y Rehabilitación (NECODOR)
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Rey Juan Carlos. Madrid, España*

ALBERTO ARRIBAS ROMANO

*Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Fisioterapia,
Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física
Universidad Rey Juan Carlos. Madrid, España
Grupo de Investigación Neurociencia Cognitiva, Dolor y Rehabilitación (NECODOR)
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Rey Juan Carlos. Madrid, España*

1. INTRODUCCIÓN

El dolor musculoesquelético constituye una de las principales causas de discapacidad y consulta médica a nivel mundial. Este tipo de dolor, que incluye afecciones como lumbalgias, cervicalgias, tendinopatías y artalgias, no solo compromete la calidad de vida de quienes lo padecen, sino que también genera un impacto económico considerable, tanto por los costes directos asociados al tratamiento médico como por los costes indirectos derivados de la pérdida de productividad (Gaskin & Richard, 2012; Treede et al., 2019).

En el ámbito del dolor crónico, definido como aquel que se extiende por más de 3 meses de duración (Nicholas et al., 2019), se estima que afecta aproximadamente al 20 % de la población mundial, cifra que en España se sitúa por encima del 25 % (Dueñas et al., 2025; Sá et al., 2019). Esta alta prevalencia ha motivado un creciente interés por parte

de la comunidad científica y sanitaria en comprender los mecanismos fisiopatológicos del dolor crónico, así como en desarrollar estrategias de prevención y tratamiento más eficaces.

Uno de los avances más relevantes en la comprensión del dolor ha sido la identificación de distintos fenotipos clínicos, que permiten una mejor caracterización de los pacientes y una mayor precisión en la elección de las intervenciones terapéuticas (Cook et al., 2023). La Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP) ha propuesto una clasificación basada en tres grandes categorías: dolor nociceptivo, neuropático y nociplástico. El dolor nociceptivo se asocia con daño tisular evidente (por ejemplo, una lesión muscular o articular), el dolor neuropático con una lesión o enfermedad del sistema nervioso somatosensorial, y el dolor nociplástico con una alteración en el procesamiento del dolor sin evidencia clara de daño estructural (“Terminology | International Association for the Study of Pain,” n.d.).

No obstante, independientemente del fenotipo de dolor, entre las intervenciones con mayor nivel de evidencia se encuentran el ejercicio terapéutico y la actividad física regular, reconocidos tanto por su potencial preventivo como por sus beneficios en la reducción de la intensidad del dolor y la mejora de la funcionalidad del paciente, ayudando a mejorar la funcionalidad física y psicológica, y disminuir la dependencia de tratamientos farmacológicos (Childs et al., 2008; Corp et al., 2021; George et al., 2021). Además, el ejercicio es capaz de influir positivamente sobre numerosas variables que se han mostrado ser predictoras de la presencia de dolor crónico generalizado (Tanguay-Sabourin et al., 2023).

En este sentido, la actividad física no solo actúa como un modulador del dolor, sino que también desempeña un papel fundamental en la regulación del sistema inmunológico, la modulación del sistema nervioso autónomo y el mantenimiento del equilibrio psicosocial del individuo. Estos efectos pueden contribuir a un estado de mayor resiliencia frente a estímulos nociceptivos o situaciones estresantes.

Sin embargo, esta relación positiva entre actividad física y calidad de vida, no es uniforme en todos los contextos ni en todas las poblaciones y en ocasiones resulta paradójica. Se ha demostrado que, si bien la

práctica voluntaria de ejercicio habitual suele asociarse con menores tasas de dolor y discapacidad, la actividad física derivada de las exigencias laborales puede presentar efectos adversos como un aumento del riesgo de presentar dolor crónico, configurando una paradoja que ha sido descrita en distintos colectivos profesionales (Jørgensen et al., 2013; Temporelli, 2021),

En este contexto, los maquinistas de metro representan un grupo de especial interés. Su trabajo implica largas horas en sedestación, exposición continua a vibraciones mecánicas, turnos rotatorios que alteran los ritmos circadianos, y una carga psicológica considerable derivada de la responsabilidad operativa y la atención constante. Algunos de estos factores han sido asociados con una mayor prevalencia de dolor musculoesquelético, especialmente en la región lumbar, cervical y en extremidades inferiores (Joseph et al., 2020).

A pesar de ello, existe escasa evidencia sobre cómo varía el nivel de actividad física de ocio entre maquinistas con diferentes fenotipos de dolor, o entre aquellos que presentan dolor frente a los que no. Tampoco se ha explorado suficientemente si el grado de actividad física puede actuar como un factor protector frente al dolor en este colectivo específico. Esta laguna en la literatura justifica la necesidad de estudios que analicen de forma específica la relación entre actividad física y dolor en poblaciones laborales con características particulares.

Además, conocer los patrones de actividad física en esta población puede facilitar el diseño de estrategias de intervención personalizadas que promuevan hábitos saludables y prevengan el desarrollo de dolor crónico o su agravamiento.

Este estudio busca abordar este vacío mediante un diseño transversal en maquinistas de metro de la Comunidad de Madrid. El objetivo principal es comparar los niveles de actividad física entre tres grupos: sin dolor, con dolor no neuropático y con dolor neuropático. Además, se analiza de forma exploratoria si el grado de actividad física se asocia con la presencia de dolor, utilizando un modelo de regresión logística multivariante. Con ello, se pretende contribuir a una mejor comprensión de

los factores relacionados con el dolor en poblaciones con alta carga sedentaria y orientar futuras estrategias preventivas y rehabilitadoras.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal fue evaluar si existen diferencias en los niveles de actividad física entre los maquinistas de metro, clasificados entre participantes sin dolor, participantes con dolor neuropático y aquellos con dolor de características no neuropáticas.

El objetivo secundario fue evaluar si el grado de actividad física se asocia con la presencia o no de dolor, a través de un modelo de regresión logística multivariante.

3. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Los resultados de este estudio corresponden a los datos preliminares de un estudio transversal de cohortes llevado a cabo en maquinistas de metro de la Comunidad de Madrid.

3.2. VARIABLES

La evaluación de los participantes se estructuró en tres fases complementarias, diseñadas para obtener una caracterización multimodal de cada sujeto:

Fase 1: Entrevista telefónica estructurada

En esta primera fase, los participantes que dieron su aprobación al consentimiento informado fueron contactados para la realización de una entrevista telefónica estructurada. Se recogieron datos sociodemográficos (edad, sexo, altura, peso, índice de masa corporal), hábitos de vida (consumo de alcohol y tabaco), antecedentes médicos relevantes, y características laborales (años trabajados en el metro, tipo de turno, número de bajas laborales en el último año). Además, se indagó sobre la

presencia de dolor musculoesquelético en el último mes, su localización anatómica, duración, y características clínicas básicas.

Fase 2: Cuestionarios autoadministrados

Posteriormente, los participantes completaron una batería de cuestionarios validados, enviados por vía electrónica. Esta fase tuvo como objetivo evaluar múltiples dimensiones clínicas y psicosociales que pudieran influir en la experiencia del dolor. Los instrumentos utilizados fueron:

- IPAQ (International Physical Activity Questionnaire): versión corta, para estimar el nivel de actividad física semanal en distintos dominios (trabajo, transporte, ocio, tareas domésticas) (Craig et al., 2003).
- Inventario de Depresión de Beck (BDI-II): para evaluar la presencia y severidad de síntomas depresivos (Storch et al., 2004).
- State-Trait Anxiety Inventory (STAI): para medir ansiedad rasgo y estado (Guillén-Riquelme & Buela-Casal, 2014).
- Maslach Burnout Inventory (MBI): para valorar el desgaste emocional, la despersonalización y la realización personal en el contexto laboral (Williamson et al., 2018).
- Índice de Calidad del Sueño de Pittsburgh (PSQI): para evaluar la calidad subjetiva del sueño en el último mes (Buysse et al., 1989).
- Insomnia Severity Index (ISI): para cuantificar la severidad del insomnio, complementando la información del PSQI (Morin et al., 2011).

Estas variables fueron consideradas como posibles covariables en el análisis multivariante, dada su relevancia en la literatura sobre dolor crónico y salud ocupacional.

Fase 3: Evaluación presencial somatosensorial

En la tercera fase, los participantes acudieron a una evaluación presencial realizada por fisioterapeutas especializados. Esta evaluación

incluyó pruebas somatosensoriales objetivas para caracterizar el perfil del dolor:

- Cuestionario DN4 (Douleur Neuropathique 4): instrumento validado para la detección de dolor neuropático. Se consideró un punto de corte de ≥ 4 para clasificar a los participantes con dolor de características neuropáticas (Perez et al., 2007).
- Umbrales de dolor a la presión (PPT): medidos mediante algometría localmente en la región dolorosa, y remotamente en la mano y en la tibia derechas.
- Sumación temporal del dolor: evaluada mediante pinprick 256, se realiza una aplicación repetida de estímulos mecánicos en la región dolorosa, para detectar fenómenos de facilitación central.
- Modulación condicionada del dolor (CPM): evaluada mediante el paradigma del cold pressor test. Se explicó a los pacientes que debían sumergir la mano más alejada a la zona de dolor en agua fría durante 2 minutos. Después se volvió a evaluar el umbral de dolor en la mano, inmediatamente tras los dos minutos y a los 30 segundos.
- Además, durante esta fase se recogieron datos de percepción subjetiva del dolor utilizando e interferencia en las actividades laborales y de ocio, mediante una escala visual analógica (EVA), con el objetivo de complementar las mediciones objetivas con una valoración más cercana a la experiencia cotidiana del paciente.

Clasificación de los participantes:

Con base en los datos recogidos en las tres fases, los participantes fueron clasificados en tres grupos excluyentes:

- Sin dolor: participantes que no reportaron dolor musculoesquelético en el último mes.
- Dolor no neuropático: participantes con dolor, pero con puntuación < 4 en el cuestionario DN4.
- Dolor neuropático: participantes con dolor y puntuación ≥ 4 en el DN4.

No se incluyó una categoría específica para el dolor nociplástico debido a la ausencia de criterios diagnósticos operativos aplicables en estudios de cohortes y a la falta de consenso internacional sobre su evaluación en contextos no clínicos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Dado que este estudio corresponde a un análisis secundario, no se realizó un cálculo previo del tamaño muestral.

El análisis estadístico se realizó con Rstudio (versión 4.4.1). Las variables cuantitativas con distribución normal se describieron mediante medias y desviaciones estándar, mientras que las variables que no seguían esta distribución se describieron mediante medianas y rangos intercuartílicos. Las variables categóricas se expresaron en frecuencias absolutas y porcentajes.

Para el objetivo principal, se comparó la actividad física entre tres grupos (dolor, dolor neuropático y sin dolor) mediante la prueba de Kruskal-Wallis. Adicionalmente, se utilizó la prueba de Wilcoxon para comparar la actividad física entre los grupos con y sin dolor.

Para el objetivo secundario, se desarrolló un análisis exploratorio mediante un modelo de regresión logística multivariante, con el fin de identificar posibles factores asociados a la presencia de dolor, empleando esta variable como dependiente.

Previamente a la construcción del modelo, se realizó un análisis de correlación entre las variables recogidas en el estudio. Aquellas variables que presentaban correlaciones moderadas y altas (a través del coeficiente de correlación de Pearson o Spearman en función de la distribución de las mismas) se eliminaron para evitar multicolinealidad, afectando así a la interpretabilidad del modelo.

La selección final de covariables se basó en criterios tanto estadísticos como clínicos, priorizando la inclusión de aquellas variables clínicamente relevantes y no redundantes.

De manera exploratoria, para valorar la capacidad discriminativa del modelo, se utilizó el análisis de la curva ROC (Receiver Operating

Characteristic). También se analizaron los odds ratios ajustados para conocer la estimación del efecto de cada covariable sobre la probabilidad de presentar dolor.

4. RESULTADOS

Se incluyeron un total de 222 maquinistas en el análisis. De estos, 88 (39.64%) no presentaban dolor (93.26% hombres), 95 (42.79%) presentaban dolor de características no neuropáticas (92.6% hombres), y 39 (17.57%) presentaban dolor neuropático (97.44% hombres). No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos en cuanto a las características demográficas de altura, edad y peso, pero sí para el índice de masa corporal ($p=0.041$). El resto de las variables descriptivas se muestran en la Tabla 1.

En relación con objetivo principal, el grupo de participantes con dolor neuropático presentó una media de MET-min/semana de 2688 (1602), mientras que el grupo de no dolor y dolor no neuropático presentaron medias menores [No dolor: 2509 (1679)] [Dolor no neuropático: 2289 (1572)]. No obstante, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en los niveles de actividad física, medidos a través del cuestionario IPAQ ($\chi^2 = 2.295$; $p = 0.31$) (Figura 1). En la comparación entre maquinistas con dolor (60.36%) frente a maquinistas sin dolor, tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($w=6020.5$; $p = 0.79$) (Figura 2).

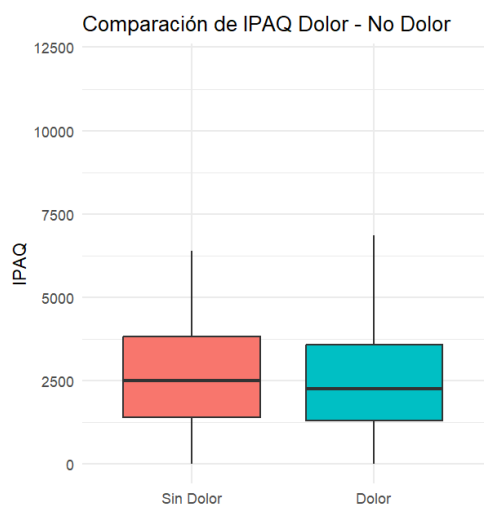
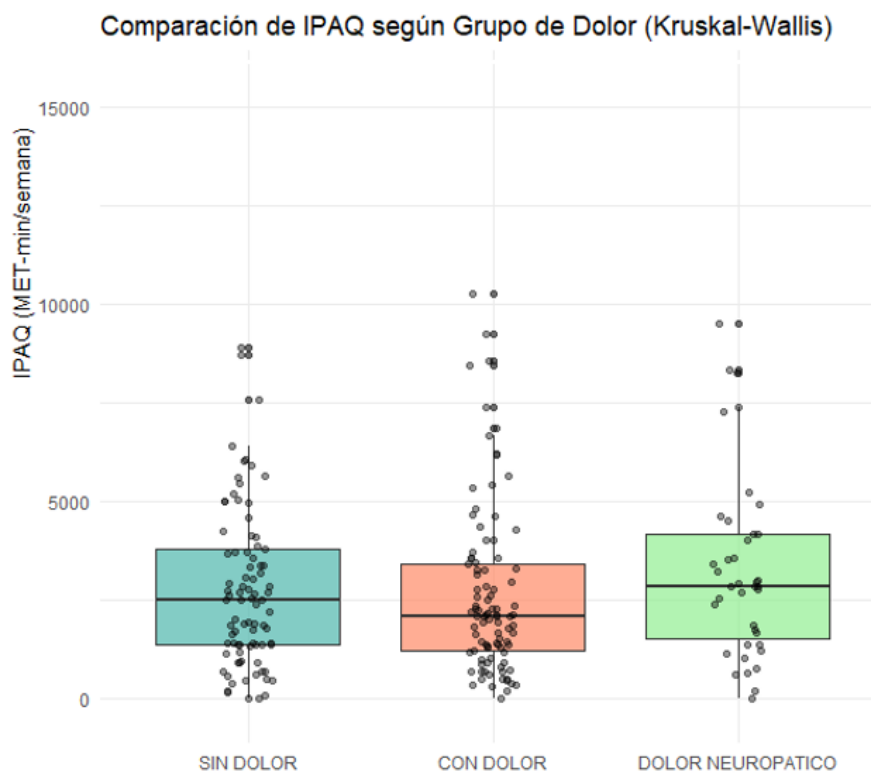
TABLA 1: *Variables demográficas*

	No dolor	Dolor no neuropático	Dolor neuropático	p valor
N (muestra)	88 (93.26% hombres)	95 (92.6% hombres)	39 (97.44% hombres)	-
Edad	44.9 (±6.9)	44.9 (±6.3)	45.8 (±7.5)	0.78 [†]
Talla	1.76 (±0.06)	1.76 (±0.1)	1.75 (±0.07)	0.64 [†]
Peso* (kg)	82 (19.8)	82 (18)	78 (15.5)	0.034*
BMI*	26.4 (4.5)	26.1 (3.79)	25.7 (3.56)	0.041*
N.º bajas*	2 (2.25)	2 (3)	3 (4)	0.018*
IPAQ*	2509 (±1679)	2289 (±1572)	2688 (±1602)	0.31*

*Mediana (IQR), *Kruskal-Wallis, [†]ANOVA

BMI: índice de masa corporal; IPAQ: Cuestionario Internacional de Actividad Física

FIGURA 2: Comparación del grado de actividad física (IPAQ) entre grupos



En relación con el objetivo secundario, tras el análisis de correlación, se introdujeron en el modelo de regresión las variables edad, sexo, BMI, exposición a vibración en los años trabajados, consumo de alcohol, nº de bajas, depresión y severidad del insomnio. No obstante, en el modelo exploratorio de regresión logística multivariable ninguna de las variables incluidas alcanzó la significancia estadística (Tabla 2). El pobre rendimiento del modelo se evidenció también a través del ROC (AUC = 0,618) y de los valores de odds ratio obtenidos.

TABLA 2: *Regresión multivariable*

Variable	Estimación	Error estándar	Valor z	P valor
Coficiente	0.4982	1.385	0.360	0.7191
EDAD	0.01620	0.02458	0.659	0.5098
SEXO	-0.09751	0.6317	-0.154	0.8773
IMC	-0.03644	0.03610	-1.009	0.3128
IPAQ	-4.831×10^{-5}	5.367×10^{-5}	-0.900	0.3680
Nº BAJAS	0.09895	0.05257	1.882	0.0598
CONSUMO ALCOHOL	0.01119	0.01142	0.979	0.3275
ISI	0.007794	0.03314	0.235	0.8140
BDI	0.04015	0.03152	1.274	0.2027
EXPOSICIÓN VIBRACIÓN	-0.02601	0.02499	-1.041	0.2981

BDI: Beck depression inventory; IPAQ: International Physical Activity Questionnaire, ISI: insomnia severity index

5. DISCUSIÓN

En este estudio transversal llevado a cabo en maquinistas de metro de la Comunidad de Madrid, no se observaron diferencias significativas en los niveles de actividad física entre los tres grupos de dolor musculoesquelético (sin dolor, dolor no neuropático y dolor neuropático). Asimismo, el modelo de regresión logística multivariante utilizado para explorar la asociación entre grado de actividad física y presencia de dolor arrojó un rendimiento bajo (AUC = 0,618) y ninguna de las covariables incluidas alcanzó significación estadística.

Estos resultados ponen de manifiesto la complejidad de las interacciones entre dolor, ocupación y hábitos de vida. En lugar de una relación lineal simple, es probable que múltiples factores actúen de forma sinérgica o

compensatoria, diluyendo el efecto aislado de la actividad física sobre la percepción del dolor en esta muestra ocupacional específica.

Estos hallazgos contrastan con estudios previos que han reportado una relación inversa entre niveles de actividad física de ocio y prevalencia de dolor crónico en población general (Corp et al., 2021; George et al., 2021). Una posible interpretación alternativa es que la ausencia de diferencias estadísticamente significativas no implique necesariamente la ausencia de un fenómeno clínicamente relevante, sino que podría reflejar una falta de sensibilidad del diseño o del instrumento de medición utilizado.

No obstante, hay varias razones que pueden explicar esta discrepancia en los resultados. Una posible explicación radica en que los maquinistas de metro constituyen un colectivo con características particulares: exposición prolongada a posturas estáticas y vibraciones, turnos rotatorios y alta carga de estrés laboral, factores que podrían mitigar o enmascarar los efectos protectores de la actividad física voluntaria.

Además, el uso de cuestionarios autoinformados como el IPAQ, aunque ampliamente utilizado en estudios epidemiológicos, puede introducir sesgos de memoria y deseabilidad social, afectando la precisión de la medición del nivel real de actividad física. Esto se muestra de manera evidente si tenemos en cuenta que la media de METS reportados en este estudio supera ampliamente la media reportada por otros países en estudios multicéntricos (Bauman et al., 2009). Además, estudios recientes han demostrado que los dispositivos objetivos como acelerómetros ofrecen una mayor fiabilidad y sensibilidad para detectar diferencias sutiles en los patrones de movimiento, especialmente en poblaciones con niveles de actividad física bajos o moderados (Arvidsson et al., 2019).

Otro aspecto relevante que puede haber influido en la falta de significancia estadística reportada en los resultados, es la clasificación de los pacientes acorde al posible fenotipo de dolor. En este estudio, el dolor neuropático se identificó exclusivamente mediante el cuestionario DN4, sin una evaluación clínica complementaria. Aunque el DN4 es una herramienta validada, su uso aislado puede sobreestimar la prevalencia del dolor neuropático, como parece reflejarse en nuestros resultados (17.57 %), superiores a los reportados en estudios poblacionales (7–

10 %) (Bouhassira et al., 2008). Además, no se incluyó una categoría para el dolor nociplástico, lo cual podría haber limitado la capacidad del estudio para capturar la complejidad del dolor crónico en esta población.

Si bien los datos de prevalencia de dolor de este estudio, se encuentran en la misma línea que otros realizados en otras poblaciones de conductores (Joseph et al., 2020), los resultados podrían haberse visto modificados en caso de haber incluido un fenotipo específico de dolor nociplástico o simplemente de dolor crónico entendido como aquel extendido en el tiempo. Del mismo modo, también se ha descrito una categoría denominada dolor crónico de alto impacto, que presenta una mayor discapacidad e interferencia en las actividades de la vida diaria, lo cual podría asociarse a menores datos de actividad física (Şentürk et al., 2023), aunque es poco probable que participantes con estas características fueran incluidos dentro de la muestra.

Por otro lado, nuestro modelo de regresión tampoco reportó resultados significativos. Desde una perspectiva metodológica, el modelo de regresión logística mostró una capacidad predictiva limitada, lo cual puede deberse a múltiples factores como son la homogeneidad de la muestra en términos de ocupación y estilo de vida, la posible multicolinealidad residual entre las covariables, y la naturaleza transversal del diseño, que impide establecer relaciones temporales entre exposición y resultado.

También ha de tenerse en cuenta que se incluyeron 9 covariables en el modelo de regresión, superando las recomendaciones para un tamaño muestral de 222 sujetos (Austin & Steyerberg, 2017). Y, si bien es cierto que las variables incluidas ofrecen una evaluación multimodal de los participantes, recientes estudios han sugerido que otras variables más relacionadas con procesos autoinmunes/inflamatorios o relacionadas con la funcionalidad cerebral pueden relacionarse mejor con la presencia y severidad del dolor (Fillingim et al., 2025).

5.1. IMPLICACIONES CLÍNICAS

A pesar de que nuestros resultados no muestren diferencias en el grado de actividad física entre los pacientes con dolor y aquellos sin dolor, los resultados ofrecen diversas implicaciones relevantes para la práctica

clínica y la salud laboral, especialmente en colectivos con alta carga sedentaria como los maquinistas de metro. En primer lugar, es fundamental considerar el contexto ocupacional al evaluar la actividad física. No se puede asumir que toda forma de actividad física tiene efectos beneficiosos sobre la salud musculoesquelética. En entornos laborales donde predominan factores de riesgo como posturas mantenidas, vibraciones mecánicas o turnos rotatorios, los efectos positivos del ejercicio pueden verse atenuados o incluso revertidos. Por tanto, la evaluación del nivel de actividad física debe contemplar no solo la cantidad, sino también la calidad, el tipo y el contexto en el que se realiza.

En segundo lugar, los hallazgos subrayan la necesidad de diseñar intervenciones específicas y adaptadas a las características del entorno laboral. Las estrategias de prevención y rehabilitación del dolor musculoesquelético no deberían limitarse a la promoción genérica del ejercicio físico, sino que deben incluir programas personalizados que contemplen pausas activas durante la jornada laboral, intervenciones ergonómicas en el puesto de trabajo, ejercicios compensatorios dirigidos a contrarrestar los efectos del sedentarismo, y técnicas de gestión del estrés. Este enfoque integral puede contribuir a reducir la incidencia y severidad del dolor, así como a mejorar el bienestar general de los trabajadores.

Asimismo, se destaca la importancia de una evaluación multimodal del dolor. La clasificación fenotípica basada únicamente en cuestionarios puede resultar insuficiente para capturar la complejidad del dolor crónico. La integración de herramientas clínicas, pruebas somatosensoriales y cuestionarios validados permite una caracterización más precisa del tipo de dolor, lo que a su vez facilita la selección de tratamientos más adecuados y eficaces. En este sentido, el uso de modelos de evaluación multidimensionales debería ser una práctica habitual en contextos clínicos y ocupacionales.

Por último, la incorporación de tecnologías de monitorización representa una oportunidad valiosa para mejorar la precisión en la medición de la actividad física. El uso de dispositivos portátiles (wearables), como acelerómetros o pulseras de actividad, permite obtener datos objetivos y continuos sobre los patrones de movimiento de los trabajadores. Esta información no solo mejora la calidad de los estudios

observacionales, sino que también puede utilizarse para personalizar intervenciones, hacer seguimiento de su eficacia y fomentar la adherencia a programas de salud laboral.

5.2. LIMITACIONES

Este estudio presenta una serie de limitaciones metodológicas que deben ser tenidas en cuenta al interpretar los resultados y su aplicabilidad. En primer lugar, el diseño transversal empleado impide establecer relaciones causales entre las variables analizadas. Aunque no se identificaron asociaciones entre el nivel de actividad física y la presencia de dolor, no es posible determinar si por ejemplo, la presencia de dolor durante largos períodos de tiempo acaba influyendo sobre el grado de actividad física, o si, por el contrario, aquellos participantes que presentaron niveles de actividad más bajos, a largo plazo desarrollarán dolor. Para abordar esta limitación, serían necesarios estudios longitudinales que permitan observar la evolución de estas variables a lo largo del tiempo.

En segundo lugar, la medición del nivel de actividad física se realizó mediante un cuestionario autoinformado (IPAQ), lo cual puede introducir sesgos de recuerdo y deseabilidad social. En este caso, parece que los participantes podrían haber sobreestimado su nivel real de actividad si lo comparamos con niveles reportados en otros estudios, lo cual puede indicar que la forma de recogida de los datos puede haber afectado a su precisión. La inclusión de herramientas objetivas, como acelerómetros o dispositivos portátiles de monitorización, habría fortalecido la validez de los resultados y permitido una caracterización más precisa de los patrones de movimiento.

Otra limitación importante se refiere a la clasificación de los participantes. La clasificación de los participantes se basó principalmente en el cuestionario DN4 para identificar el dolor neuropático, sin una evaluación clínica complementaria ni la inclusión del dolor nociplástico como categoría diferenciada. Esta aproximación, aunque práctica en estudios de campo, puede haber reducido la sensibilidad del análisis y omitido perfiles clínicos relevantes, especialmente en un contexto donde la sensibilización central puede desempeñar un papel importante. Sería recomendable en futuros estudios realizar el análisis entre aquellos

participantes sin dolor y aquellos con dolor de larga evolución, independientemente del fenotipo del mismo, ya que esta clasificación es más sencilla de realizar y extrapolar, y nos podría dar información relevante sobre cómo la perpetuación del dolor en el tiempo puede influir en hábitos de vida saludables como la realización de actividad física.

En esta línea, tampoco se tuvieron en cuenta otros factores relevantes relativos al trabajo. La presencia de turnos rotativos o turnos nocturnos puede tener un impacto negativo en la calidad de vida, así como en los hábitos de vida, por lo que puede ser una variable de interés a tener en cuenta en futuros análisis. Esto también es extrapolable al número de años trabajados como maquinista.

Asimismo, la homogeneidad de la muestra representa una restricción en términos de generalización. Al tratarse de una población laboral específica —maquinistas de metro—, los resultados obtenidos podrían no ser extrapolables a otros colectivos con diferentes características ocupacionales, niveles de actividad física o condiciones laborales. La replicación del estudio en otras poblaciones con perfiles distintos permitiría contrastar los hallazgos y ampliar su aplicabilidad. Del mismo modo, la muestra está constituida mayoritariamente por hombres. Si tenemos en cuenta los datos de prevalencia del dolor crónico, este suele darse más habitualmente en mujeres, por lo que sería de interés contar con una muestra más homogénea en este aspecto para poder analizar las posibles diferencias entre sexos.

Por último, aunque el tamaño muestral fue adecuado para realizar análisis descriptivos y comparativos básicos, podría haber sido insuficiente para detectar asociaciones sutiles en el modelo multivariante, especialmente si las variables independientes tienen efectos pequeños. A pesar de que la regresión multivariante se realizara de manera exploratoria, un mayor tamaño de muestra habría incrementado la potencia estadística del estudio y la robustez del modelo predictivo.

6. CONCLUSIONES

En conclusión, en la población de conductores de metro, la presencia de dolor (neuropático o no), no se asoció a diferencias en el grado de

actividad física. Del mismo modo, ninguna de las variables recogidas en la muestra sirvió para predecir la presencia o ausencia de dolor.

Estos resultados sugieren que, en poblaciones con alta carga sedentaria y exposición a factores de riesgo laborales específicos, como los maquinistas, la actividad física de ocio podría no ejercer el mismo efecto protector observado en la población general. Asimismo, refuerzan la necesidad de adoptar un enfoque multidimensional en la evaluación y tratamiento del dolor crónico, que considere tanto factores individuales como contextuales.

Futuros estudios deberían incorporar diseños longitudinales, medidas objetivas de actividad física y una clasificación más completa del dolor, incluyendo el fenotipo nociplástico. Además, sería recomendable explorar intervenciones específicas adaptadas al entorno laboral de los maquinistas, con el fin de mejorar su salud musculoesquelética y calidad de vida.

7. REFERENCIAS

- Arvidsson, D., Fridolfsson, J., & Börjesson, M. (2019). Measurement of physical activity in clinical practice using accelerometers. *Journal of Internal Medicine*, 286(2), 137–153. <https://doi.org/10.1111/joim.12908>
- Austin, P. C., & Steyerberg, E. W. (2017). Events per variable (EPV) and the relative performance of different strategies for estimating the out-of-sample validity of logistic regression models. *Statistical Methods in Medical Research*, 26(2), 796–808. <https://doi.org/10.1177/0962280214558972>
- Bauman, A., Bull, F., Chey, T., Craig, C. L., Ainsworth, B. E., Sallis, J. F., Bowles, H. R., Hagstromer, M., Sjostrom, M., Pratt, M., & IPS Group. (2009). The International Prevalence Study on Physical Activity: Results from 20 countries. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 6, 21. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-6-21>
- Bouhassira, D., Lantéri-Minet, M., Attal, N., Laurent, B., & Touboul, C. (2008). Prevalence of chronic pain with neuropathic characteristics in the general population. *Pain*, 136(3), 380–387. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2007.08.013>
- Buysse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28(2), 193–213. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4)

- Childs, J. D., Cleland, J. A., Elliott, J. M., Teyhen, D. S., Wainner, R. S., Whitman, J. M., Sopky, B. J., Godges, J. J., Flynn, T. W., & American Physical Therapy Association. (2008). Neck pain: Clinical practice guidelines linked to the International Classification of Functioning, Disability, and Health from the Orthopedic Section of the American Physical Therapy Association. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 38(9), A1–A34. <https://doi.org/10.2519/jospt.2008.0303>
- Cook, C. E., Rhon, D. I., Bialosky, J., Donaldson, M., George, S. Z., Hall, T., Kawchuk, G., Lane, E., Lavazza, C., Lluch, E., Louw, A., Mazzieri, A. M., McDevitt, A., Reed, W. R., Schmid, A. B., Silva, A. G., Smart, K. M., & Puenteadura, E. J. (2023). Developing Manual Therapy Frameworks for Dedicated Pain Mechanism. *JOSPT Open*, 1(1), 48–62. <https://doi.org/10.2519/josptopen.2023.0002>
- Corp, N., Mansell, G., Stynes, S., Wynne-Jones, G., Morsø, L., Hill, J. C., & van der Windt, D. A. (2021). Evidence-based treatment recommendations for neck and low back pain across Europe: A systematic review of guidelines. *European Journal of Pain (London, England)*, 25(2), 275–295. <https://doi.org/10.1002/ejp.1679>
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J. F., & Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(8), 1381–1395. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>
- Dueñas, M., De Sola, H., Salazar, A., Esquivia, A., Rubio, S., & Failde, I. (2025). Prevalence and epidemiological characteristics of chronic pain in the Spanish population. Results from the pain barometer. *European Journal of Pain (London, England)*, 29(1), e4705. <https://doi.org/10.1002/ejp.4705>
- Filligim, M., Tanguay-Sabourin, C., Parisien, M., Zare, A., Guglietti, G. V., Norman, J., Petre, B., Bortsov, A., Ware, M., Perez, J., Roy, M., Diatchenko, L., & Vachon-Presseau, E. (2025). Biological markers and psychosocial factors predict chronic pain conditions. *Nature Human Behaviour*. <https://doi.org/10.1038/s41562-025-02156-y>
- Gaskin, D. J., & Richard, P. (2012). The economic costs of pain in the United States. *The Journal of Pain*, 13(8), 715–724. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2012.03.009>
- George, S. Z., Fritz, J. M., Silfies, S. P., Schneider, M. J., Beneciuk, J. M., Lentz, T. A., Gilliam, J. R., Hendren, S., & Norman, K. S. (2021). Interventions for the Management of Acute and Chronic Low Back Pain: Revision 2021. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 51(11), CPG1–CPG60. <https://doi.org/10.2519/jospt.2021.0304>

- Guillén-Riquelme, A., & Buela-Casal, G. (2014). [Meta-analysis of group comparison and meta-analysis of reliability generalization of the State-Trait Anxiety Inventory Questionnaire (STAI)]. *Revista española de salud pública*, 88(1), 101–112. <https://doi.org/10.4321/sl135-57272014000100007>
- Jørgensen, M. B., Korshøj, M., Lagersted-Olsen, J., Villumsen, M., Mortensen, O. S., Skotte, J., Søgaard, K., Madeleine, P., Thomsen, B. L., & Holtermann, A. (2013). Physical activities at work and risk of musculoskeletal pain and its consequences: Protocol for a study with objective field measures among blue-collar workers. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 14(1), 213. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-213>
- Joseph, L., Standen, M., Paungmali, A., Kuisma, R., Silitertpisan, P., & Pirunsan, U. (2020). Prevalence of musculoskeletal pain among professional drivers: A systematic review. *Journal of Occupational Health*, 62(1), e12150. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12150>
- Morin, C. M., Belleville, G., Bélanger, L., & Ivers, H. (2011). The Insomnia Severity Index: Psychometric Indicators to Detect Insomnia Cases and Evaluate Treatment Response. *Sleep*, 34(5), 601–608. <https://doi.org/10.1093/sleep/34.5.601>
- Nicholas, M., Vlaeyen, J. W. S., Rief, W., Barke, A., Aziz, Q., Benoliel, R., Cohen, M., Evers, S., Giamberardino, M. A., Goebel, A., Korwisi, B., Perrot, S., Svensson, P., Wang, S.-J., Treede, R.-D., & Pain, T. I. T. for the C. of C. (2019). The IASP classification of chronic pain for ICD-11: Chronic primary pain. *PAIN*, 160(1), 28. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001390>
- Perez, C., Galvez, R., Huelbes, S., Insausti, J., Bouhassira, D., Diaz, S., & Rejas, J. (2007). Validity and reliability of the Spanish version of the DN4 (Douleur Neuropathique 4 questions) questionnaire for differential diagnosis of pain syndromes associated to a neuropathic or somatic component. *Health and Quality of Life Outcomes*, 5, 66. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-5-66>
- Sá, K. N., Moreira, L., Baptista, A. F., Yeng, L. T., Teixeira, M. J., Galhardoni, R., & de Andrade, D. C. (2019). Prevalence of chronic pain in developing countries: Systematic review and meta-analysis. *PAIN Reports*, 4(6), e779. <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000000779>
- Şentürk, İ. A., Şentürk, E., Üstün, I., Gökçedağ, A., Yıldırım, N. P., & İçen, N. K. (2023). High-impact chronic pain: Evaluation of risk factors and predictors. *The Korean Journal of Pain*, 36(1), 84–97. <https://doi.org/10.3344/kjp.22357>

- Storch, E. A., Roberti, J. W., & Roth, D. A. (2004). Factor structure, concurrent validity, and internal consistency of the Beck Depression Inventory-Second Edition in a sample of college students. *Depression and Anxiety*, 19(3), 187–189. <https://doi.org/10.1002/da.20002>
- Tanguay-Sabourin, C., Fillingim, M., Guglietti, G. V., Zare, A., Parisien, M., Norman, J., Sweatman, H., Da-Ano, R., Heikkala, E., PREVENT-AD Research Group, Perez, J., Karppinen, J., Villeneuve, S., Thompson, S. J., Martel, M. O., Roy, M., Diatchenko, L., & Vachon-Presseau, E. (2023). A prognostic risk score for development and spread of chronic pain. *Nature Medicine*, 29(7), 1821–1831. <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02430-4>
- Temporelli, P. L. (2021). Is physical activity always good for you? The physical activity paradox. *European Heart Journal Supplements : Journal of the European Society of Cardiology*, 23(Suppl E), E168–E171. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/suab115>
- Terminology | International Association for the Study of Pain. (n.d.). *International Association for the Study of Pain (IASP)*. Retrieved October 24, 2023, from <https://www.iasp-pain.org/resources/terminology/>
- Treede, R.-D., Rief, W., Barke, A., Aziz, Q., Bennett, M. I., Benoliel, R., Cohen, M., Evers, S., Finnerup, N. B., First, M. B., Giamberardino, M. A., Kaasa, S., Korwisi, B., Kosek, E., Lavand'homme, P., Nicholas, M., Perrot, S., Scholz, J., Schug, S., ... Wang, S.-J. (2019). Chronic pain as a symptom or a disease: The IASP Classification of Chronic Pain for the International Classification of Diseases (ICD-11). *PAIN*, 160(1), 19. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001384>
- Williamson, K., Lank, P. M., Cheema, N., Hartman, N., & Lovell, E. O. (2018). Comparing the Maslach Burnout Inventory to Other Well-Being Instruments in Emergency Medicine Residents. *Journal of Graduate Medical Education*, 10(5), 532–536. <https://doi.org/10.4300/JGME-D-18-00155.1>

EJERCICIO FÍSICO EN EL MANEJO DEL DOLOR OROFACIAL Y LOS TRASTORNOS TEMPOROMANDIBULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA

DIEGO GIJÓN LAGO

*Facultad de Ciencias del Deporte,
Universidad Europea de Madrid, Villaviciosa de Odón, Madrid, España
Grupo de Investigación Neurociencia Cognitiva,
Dolor y Rehabilitación (NECODOR)
Facultad de Ciencias de la Salud.
Universidad Rey Juan Carlos. Madrid, España*

1. INTRODUCCIÓN

La articulación temporomandibular (ATM) es un complejo articular formado por dos articulaciones, unidas por la parte superior de la mandíbula al hueso temporal del cráneo. La articulación funciona como una bisagra deslizante, estando íntimamente relacionada con la musculatura masticatoria (temporal, masetero, pterigoideo interno, pterigoideo externo) y la del cuello. La ATM está formada por una articulación sinovial bilateral de tipo gínglimo artroidal, compuesta por el cóndilo, la cavidad glenoidea, el disco, la membrana sinovial y la cápsula articular. Es la articulación más utilizada del cuerpo humano (masticación, habla, deglución, gesticulación...) y tiene la función de mover la mandíbula de forma bilateral y simultánea. Los movimientos que puede realizar la articulación son el de apertura-cierre, protrusión-retrusión y diducción. Esta articulación realiza entre 2,000 y 2,500 movimientos diarios, lo que la convierte en una de las más activas del cuerpo humano (Ferreira et al., 2016; Ingawalé & Goswami, 2009).

Los trastornos temporomandibulares (TTM) constituyen un grupo heterogéneo de condiciones musculoesqueléticas y neuromusculares que afectan la ATM, los músculos masticatorios y estructuras asociadas.

Estos trastornos presentan una etiología multifactorial que incluye factores biológicos, conductuales, emocionales, cognitivos, posturales y sociales (Oral et al., 2009). Su manifestación clínica incluye dolor orofacial localizado o irradiado, ruidos articulares (clics, crepitación), restricción o desviación en el movimiento mandibular, bloqueo articular, desgaste dental, otalgias, cefaleas y dolor de origen miógeno.

Según lo descrito por la Clasificación Internacional del Dolor Orofacial (ICOP), abarca diferentes diagnósticos atribuidos a una lesión o enfermedad de los nervios craneales y el dolor orofacial miofascial, incluyendo el dolor craneomandibular, el dolor mandibular y los trastornos temporomandibulares (TTM), que son una de las condiciones de dolor orofacial más comunes e incapacitantes (Migueláñez Medrán et al., 2019).

El dolor orofacial (DOF), dentro del cual se encuentran los TTM, afecta entre el 16% y el 33% de la población general, con mayor prevalencia en mujeres adultas. Se clasifica como primario (idiopático) o secundario a patologías estructurales, y su complejidad diagnóstica deriva de la inervación compartida entre estructuras craneales y cervicales (Ananthan & Benoliel, 2020).

El impacto del DOF es notable a nivel funcional, psicosocial y ocupacional, asociándose frecuentemente con cefaleas tensionales, cervicalgias y trastornos del sueño. En cuanto a estos últimos, los trastornos del sueño son un problema creciente en la actualidad, las guías actuales sugieren que los adultos deberían dormir entre 7 y 9 horas por noche para preservar un adecuado funcionamiento físico y mental. No obstante, alcanzar este rango de sueño se ha vuelto difícil en el contexto de las rutinas aceleradas propias de la vida urbana, lo que ha llevado a que más de un tercio de la población duerma menos de seis horas cada noche (S. Lee, 2022).

De hecho, a raíz del brote de COVID-19, se identificó que la privación de sueño no solo influía en la gravedad de la enfermedad, sino también en su evolución clínica. Este hallazgo sugiere que la falta de descanso adecuado podría desempeñar un papel similar en el desarrollo y pronóstico de otras patologías, como son los trastornos temporomandibulares (Huang et al., 2020).

Los sistemas diagnósticos más utilizados son el “Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders” (DC/TMD) y la clasificación de la American Academy of Orofacial Pain (AAOP). El DC/TMD se basa en un modelo biopsicosocial e incluye dos ejes: el Eje I, que evalúa la condición clínica y funcional de la ATM y la musculatura, y el Eje II, que aborda aspectos psicoemocionales y conductuales del paciente (Schiffman et al., 2014). Este enfoque justifica un abordaje terapéutico interdisciplinar que integre odontología, logopedia, fisioterapia, psicología, medicina del dolor y, cuando es necesario, cirugía maxilofacial.

Dentro del ámbito terapéutico, las intervenciones fisioterapéuticas conservadoras han ganado relevancia como alternativa o complemento a tratamientos farmacológicos, que solo alivian parcialmente los síntomas en el 40-50% de los pacientes y pueden producir efectos adversos importantes, como gastropatías o dependencia. Entre estas intervenciones, el ejercicio físico terapéutico ha emergido como una estrategia prometedora, no solo por sus beneficios analgésicos, sino también por su potencial para modular mecanismos fisiopatológicos subyacentes como la inflamación y la sensibilización central (Andre et al., 2022).

Particularmente, el ejercicio aeróbico (EA), definido como actividad física estructurada que estimula el metabolismo aeróbico durante al menos 20 a 60 minutos, ha demostrado ser efectivo en el manejo del dolor orofacial. Mecanismos como la hipoalgesia inducida por ejercicio (HIE), la cual mediada por la liberación de opioides endógenos y la modulación cortical del procesamiento nociceptivo, contribuyen a una reducción del dolor sostenida en el tiempo (Vaegter et al., 2014). Este efecto ha sido evidenciado en patologías como fibromialgia, cervicalgia crónica, cefaleas tensionales y, recientemente, en TTM.

Investigaciones recientes apoyan el uso combinado de ejercicio aeróbico con terapia manual, ejercicios específicos para la mandíbula y el cuello, ya que esta estrategia parece ser efectiva para aliviar el dolor, mejorar la movilidad y favorecer una mejor calidad de vida en personas con trastornos temporomandibulares. Además, se ha observado que la práctica regular de ejercicio ayuda a disminuir ciertos marcadores de inflamación, como el TNF- α , lo que refuerza su valor como opción terapéutica de primera intención (Laimi et al., 2018).

Diversos estudios han demostrado que la práctica regular de actividad física disminuye el riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas y cardiovasculares, al tiempo que contribuye a reducir la mortalidad prematura. Además, se ha asociado con mejoras significativas en la calidad de vida, el estado emocional y el desempeño cognitivo en la población general (Kelly et al., 2014).

Pese a estos hallazgos, el uso del ejercicio terapéutico, especialmente del EA, continúa infrarrepresentado en la práctica clínica. Existe una necesidad de revisar críticamente la evidencia disponible, identificar los parámetros óptimos de dosificación (frecuencia, duración, intensidad) y establecer guías clínicas basadas en evidencia para su aplicación en pacientes con DOF y TTM (She et al., 2015).

Por tanto, el objetivo de esta revisión narrativa es analizar el papel del ejercicio físico, con especial énfasis en el ejercicio aeróbico, en el manejo del dolor orofacial y los trastornos temporomandibulares. Se explorará su eficacia en comparación con otros enfoques terapéuticos, su impacto sobre variables clínicas y psicosociales, y las características específicas que determinan su efectividad. (de Oliveira-Souza et al., 2024).

2. OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo principal recopilar y analizar de manera crítica la evidencia científica disponible acerca de la relación entre el ejercicio físico —incluyendo tanto el ejercicio aeróbico como el entrenamiento de resistencia o fuerza— y los trastornos temporomandibulares (TTM) y el dolor orofacial. Esta revisión busca dilucidar el impacto del ejercicio sobre la reducción del dolor y la mejora funcional en pacientes con TTM, considerando tanto estudios observacionales como intervenciones clínicas.

Como objetivos secundarios, se abordan tres aspectos fundamentales: la identificación de los mecanismos biológicos subyacentes que explicarían el efecto analgésico del ejercicio; la evaluación comparativa de la eficacia entre distintas modalidades de entrenamiento físico; y la formulación de recomendaciones clínicas basadas en evidencia. La literatura sugiere que niveles elevados de actividad física se asocian con

menor prevalencia y severidad de síntomas de TTM, y que las intervenciones multimodales que integran ejercicio, terapia manual y ejercicios específicos para mandíbula y cuello resultan más efectivas que el ejercicio en solitario. No obstante, se señala la necesidad de investigaciones adicionales que permitan definir protocolos estandarizados y verificar los beneficios sostenidos a largo plazo.

3. METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión narrativa estructurada con el objetivo de sintetizar la evidencia disponible sobre el uso del ejercicio físico —tanto aeróbico como de resistencia o fuerza— como intervención terapéutica en pacientes con trastornos temporomandibulares (TTM) y dolor orofacial. Las características de los estudios condujeron a una revisión de carácter integrativo, centrada en dos revisiones sistemáticas recientes y en ensayos clínicos controlados relevantes.

En una primera fase, se revisaron dos trabajos previos con una metodología sistemática, ambos registrados en PROSPERO y que seguían la guía PRISMA (González-Sánchez et al., 2023). Estas revisiones incluyeron búsquedas en bases de datos como PubMed, Embase, CINAHL, Cochrane Library, Scopus, ScienceDirect, Dialnet y PEDro, con criterios de inclusión centrados en ensayos clínicos que evaluaran intervenciones fisioterapéuticas y ejercicio físico en TTM y dolor orofacial. Los términos MeSH y palabras clave utilizados fueron: "Temporomandibular Joint", "Temporomandibular Joint Disorders", "Orofacial Pain", "Facial Pain", "Physical Conditioning, Human", "Aerobic Exercise", "Resistance Training", "Strength Training", entre otros. Estas revisiones sistemáticas identificaron inicialmente 4.669 y 656 estudios, de los cuales solo 4 y 15, respectivamente, cumplieron con los criterios de inclusión.

Posteriormente, en una segunda fase, se realizó una búsqueda complementaria independiente en PubMed, SCOPUS, ScienceDirect y PEDro, restringida a los últimos cinco años (2019–2024) y a publicaciones en inglés y español. Se emplearon operadores booleanos y una combinación de términos relacionados con ejercicio físico y TTM. Se identificaron 55 artículos en PubMed y 70 en SCOPUS. Tras eliminar

duplicados y realizar una lectura crítica de títulos y resúmenes, se excluyeron estudios con sesgos metodológicos relevantes, estudios no clínicos, revisiones narrativas y artículos centrados en poblaciones pediátricas o modelos animales. Como resultado, solo cinco ensayos clínicos cumplieron con los criterios de inclusión definidos: población adulta, diagnóstico de TTM, intervención basada en ejercicio físico (aeróbico, de resistencia o de fuerza), y presencia de grupo comparador (Dantony et al., 2024; Moleirinho-Alves, Almeida, et al., 2021; Moleirinho-Alves, Cebola, et al., 2021; Sarfraz et al., 2023; Verma et al., 2024).

3.1. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Durante esta segunda fase del proceso de selección, se aplicaron criterios de exclusión específicos con el objetivo de preservar la homogeneidad metodológica y la validez interna de la revisión. Se excluyeron estudios que no se ajustaban al enfoque terapéutico centrado en el ejercicio físico para el tratamiento de los trastornos temporomandibulares (TTM) y el dolor orofacial.

En primer lugar, se descartaron estudios que abordaban condiciones clínicas distintas de los TTM, como el trabajo de Jedel et al. (2020), centrado en el síndrome de boca ardiente. Esta entidad presenta una fisiopatología neuropática diferente y criterios diagnósticos no comparables con los de los TTM, lo que impide su inclusión sin comprometer la consistencia clínica de la muestra analizada (Jedel et al., 2021).

En segundo lugar, se excluyeron varios estudios observacionales que evaluaban asociaciones entre niveles de actividad física y síntomas de TTM sin aplicar intervenciones controladas. Si bien estos trabajos aportan valor descriptivo, no permiten establecer relaciones de causalidad ni evaluar la eficacia terapéutica de intervenciones, por lo que no cumplen con los requisitos de diseño experimental necesarios para los objetivos de esta revisión.

Finalmente, se excluyó el estudio de Tavares et al. (2024) por incluir en sus criterios diagnósticos síntomas óticos como acúfenos y vértigo. Estas manifestaciones, aunque a veces concomitantes, no forman parte del núcleo diagnóstico consensuado de los TTM y su inclusión podría

introducir sesgos clínicos al agrupar subpoblaciones heterogéneas (Tavares et al., 2024).

Según los Criterios Diagnósticos para los Trastornos Temporomandibulares (DC/TMD), ampliamente aceptados internacionalmente, el diagnóstico de TTM los síntomas auditivos o vestibulares (como acúfenos o vértigo) no son criterios diagnósticos principales, aunque pueden coexistir (E. Lee et al., 2021).

Esta estrategia metodológica permitió recoger y analizar de forma crítica la mejor evidencia disponible hasta la fecha sobre el potencial terapéutico del ejercicio físico en el abordaje del dolor orofacial y los TTM.

4. RESULTADOS

4.1. EFECTIVIDAD DEL EJERCICIO TERAPÉUTICO EN EL DOLOR Y FUNCIÓN MANDIBULAR

La evidencia recopilada sugiere que el ejercicio terapéutico, ya sea de forma aislada o combinado con otras intervenciones (p. ej., terapia manual o ejercicio aeróbico), es eficaz en la reducción del dolor y la mejora funcional en pacientes con trastornos temporomandibulares (TTM). Diversos estudios reportaron disminuciones del dolor entre el 30% y el 60% en la Escala Visual Analógica (EVA), con especial eficacia cuando el ejercicio se combinó con movilización cervical o técnicas manuales específicas (Calixtre et al., 2016). En un ensayo de Abboud et al. (2018), el ejercicio iniciado de forma inmediata tras artroscopia mostró superioridad en la recuperación del dolor respecto a programas iniciados de forma tardía (Abboud et al., 2018).

El aumento del rango de apertura bucal fue otro resultado positivo recurrente. Por ejemplo, Calixtre et al. observaron un incremento de 32.3 mm a 38 mm tras una intervención combinada (Calixtre et al., 2016).

Por otro lado Idáñez-Robles et al. (2023), en la revisión sistemática realizada que incluyó 16 ensayos clínicos con un total de 812 participantes con trastornos temporomandibulares (TTM), concluyó que el ejercicio terapéutico general constituye una intervención eficaz para mejorar tanto el dolor como la funcionalidad mandibular. Los resultados

evidenciaron una reducción significativa del dolor, un aumento del umbral de presión dolorosa y una mejora tanto en la apertura bucal activa como en la pasiva. Además, la combinación de ejercicio terapéutico con férulas resultó más efectiva que el uso aislado de férulas para disminuir el dolor y optimizar la función mandibular. Asimismo, el ejercicio terapéutico mostró una eficacia superior a la fisioterapia convencional — como la terapia manual y la electroterapia — en la mejora del umbral de presión dolorosa. Estos hallazgos respaldan la inclusión del ejercicio terapéutico como parte central del abordaje clínico del TTM, particularmente cuando se integra con otras modalidades terapéuticas (Idáñez-Robles et al., 2023).

4.2. COMPARACIÓN DE MODALIDADES TERAPÉUTICAS

Los estudios que compararon ejercicio terapéutico frente a otras intervenciones han proporcionado datos de interés. Sarfraz et al. (2023) reportaron una mayor eficacia de la terapia manual sobre el ejercicio en la reducción del dolor y mejora del rango de movimiento mandibular, aunque los ejercicios cervicales y posturales también obtuvieron resultados clínicamente relevantes (Sarfraz et al., 2023).

Por su parte, las combinaciones multimodales, especialmente las que integran ejercicio aeróbico (EA), terapia manual (TM) y ejercicio funcional (EF), ofrecieron los mejores resultados globales. Moleirinho-Alves et al. (2021) mostraron que los protocolos combinados (EA + TM + EF) generaron mayores reducciones del dolor (-8.65 puntos en EVA; IC 95%: -13.73, -3.57) frente a intervenciones aisladas. A las 12 semanas, esta reducción se mantenía estable (-9.43 puntos; IC 95%: -14.97, -3.89). Estos protocolos también impactaron favorablemente en la calidad de vida (SF-36), particularmente en los dominios de función física y vitalidad (Moleirinho-Alves, Almeida, et al., 2021).

4.3. EFECTOS NEUROMUSCULARES Y NEUROFISIOLÓGICOS

El ejercicio terapéutico produjo mejoras neuromusculares relevantes: se documentaron aumentos del 15-20% en fuerza isométrica de los músculos masticatorios y cervicales, así como una mejor coordinación durante los movimientos mandibulares. Estudios como los de

Moleirinho-Alves et al. se enfocó específicamente en los parámetros neuromusculares y biomecánicos, empleando un diseño de ensayo controlado aleatorizado cruzado durante diez semanas (Moleirinho-Alves, Almeida, et al., 2021). La investigación evaluó tres modalidades de intervención: ejercicios terapéuticos específicos para control motor cervical y coordinación mandibular, un programa de ejercicio aeróbico progresivo que incluía natación, carrera continua y entrenamiento en circuito, y una combinación de ambas modalidades (Moleirinho-Alves, Almeida, et al., 2021), y Brandão et al. (2021) realizó ejercicios isotónicos y autocuidado (Brandão et al., 2021). Ambos utilizaron electromiografía y electroencefalografía para explorar los cambios neurofisiológicos, observando modulaciones en la actividad cortical sensorial (aunque sin alcanzar significación estadística), mejoras en la activación muscular y mayor conectividad funcional en redes cerebrales relacionadas con el procesamiento del dolor.

4.4. MODULACIÓN CENTRAL DEL DOLOR Y MECANISMOS ENDÓGENOS

Aunque ningún estudio midió directamente biomarcadores inflamatorios, se observan indicios indirectos de modulación central del dolor, probablemente mediados por mecanismos de hipoalgesia inducida por ejercicio (EIH). Dantony et al. (2024) demostraron que el ejercicio aeróbico progresivo influye sobre la sensibilización central al aumentar los umbrales de dolor por presión y mejorar la movilidad cervical, lo que sugiere un efecto sobre vías inhibitorias descendentes del dolor (Dantony et al., 2024). Estas observaciones se alinean con los hallazgos de Brandão et al. (2021), quienes encontraron una modulación cortical leve tras ejercicios isotónicos y autocuidado (Brandão et al., 2021).

4.5. SALUD MENTAL Y FACTORES PSICOLÓGICOS

Solo un número limitado de estudios incluyó medidas de salud mental, aunque los datos disponibles apuntan a un beneficio adicional del ejercicio en la reducción de ansiedad y depresión (Moleirinho-Alves, Almeida, et al., 2021). Las puntuaciones en inventarios como el GAD-7 y BDI-II disminuyeron significativamente tras intervenciones combinadas, evidenciando el papel transversal de los factores psicológicos en el

tratamiento del TTM. Verma et al. (2024) corroboraron que los pacientes que realizaban ejercicio de baja intensidad, como yoga, presentaban menor dolor y mayor autoeficacia percibida, mientras que la intensidad elevada se asoció a exacerbación sintomática y mayor disregulación emocional (Verma et al., 2024).

4.6. INTENSIDAD DEL EJERCICIO Y CONSIDERACIONES CLÍNICAS

Un hallazgo relevante en la literatura reciente es que la intensidad del ejercicio desempeña un papel crítico en la respuesta clínica. Verma et al. (2024) y otros estudios observaron que los protocolos de alta intensidad (p. ej., HIIT) pueden inducir mayor tensión muscular orofacial, reducir la autoeficacia y aumentar los síntomas dolorosos. En contraste, los ejercicios de intensidad moderada o baja (ciclismo al 60–75% de FCM, caminata, yoga) se asociaron a mejores resultados, sugiriendo que la individualización de los programas de ejercicio es fundamental para evitar efectos adversos (Verma et al., 2024).

4.7. DURACIÓN, FRECUENCIA Y ADHERENCIA AL TRATAMIENTO

Las intervenciones más eficaces se estructuraron en programas de 8 a 12 semanas, con sesiones de 30 a 60 minutos realizadas entre tres y cinco veces por semana. La adherencia al tratamiento se vio favorecida por la inclusión de educación, autocuidado con estrategias de automanejo y ejercicios progresivos, así como por el abordaje multidisciplinar que considera el contexto biopsicosocial del paciente teniendo en cuenta el contexto biopsicosocial de paciente.

4.8. IMPLICACIONES CLÍNICAS Y CONSIDERACIONES DE INTENSIDAD

El análisis conjunto de estos estudios revela patrones consistentes que sugieren que la modalidad e intensidad del ejercicio constituyen factores determinantes en la eficacia terapéutica para trastornos temporomandibulares. La evidencia indica que los programas de ejercicio de intensidad moderada a baja, particularmente cuando se combinan con intervenciones de terapia manual específica, producen los beneficios más sustanciales y sostenidos. Contrariamente, el ejercicio de alta intensidad puede resultar contraproducente, potencialmente exacerbando

los síntomas temporomandibulares a través de mecanismos que pueden incluir aumento de la tensión muscular orofacial y alteraciones en los patrones de activación neuromuscular.

De hecho, el vínculo entre la condición física y la incidencia de trastornos temporomandibulares (TTM) fue analizado en un estudio comparativo con sesenta participantes distribuidos en tres grupos: uno sometido a entrenamiento aeróbico de alta intensidad, otro a sesiones de yoga de baja intensidad y un tercero que recibió únicamente educación en salud. Evaluando además la intensidad del dolor con la Escala Visual Analógica y la autoeficacia frente al dolor con el cuestionario PSEQ. Los resultados mostraron que la severidad de los síntomas de TTM fue mayor en el grupo de alta intensidad, junto con un incremento significativo en los niveles de dolor y una reducción en la autoeficacia percibida. En contraste, el grupo de baja intensidad experimentó una disminución del dolor y una mejora en la autoeficacia, mientras que el grupo control no presentó cambios relevantes. Estos hallazgos sugieren que el ejercicio físico de baja intensidad puede ser una estrategia complementaria eficaz (Verma et al., 2024).

Los efectos terapéuticos observados trascienden la simple reducción del dolor, abarcando mejoras en la función mandibular, la calidad de vida relacionada con la salud oral, y potencialmente, la modulación de mecanismos centrales de sensibilización al dolor. Esta evidencia respalda un enfoque multimodal en el tratamiento de trastornos temporomandibulares, donde el ejercicio terapéutico estructurado y el ejercicio aeróbico de intensidad controlada se integran como componentes esenciales de protocolos de rehabilitación comprehensivos (Dantony et al., 2024; Moleirinho-Alves, Almeida, et al., 2021; Moleirinho-Alves, Cebola, et al., 2021; Verma et al., 2024).

5. DISCUSIÓN

El análisis de los cinco ensayos clínicos aleatorizados incluidos en esta revisión permite identificar patrones relevantes en cuanto a la eficacia comparativa de distintas modalidades de ejercicio en el tratamiento de los trastornos temporomandibulares (TTM). En términos generales, los

programas de ejercicio terapéutico específico, orientados al fortalecimiento funcional de la musculatura orofacial y al control motor cervical, parecen ofrecer mayores beneficios clínicos en la reducción del dolor en comparación con el ejercicio aeróbico de carácter general.

Los resultados sugieren que la precisión biomecánica de las intervenciones juega un papel clave en la magnitud del efecto terapéutico. Así, se observaron reducciones del dolor de hasta un 47% en los grupos que realizaron ejercicio terapéutico dirigido, frente a un 38% en aquellos que siguieron programas de ejercicio aeróbico. Estos datos coinciden con las observaciones de Moleirinho-Alves et al. (2021), quienes reportaron mejoras notables en indicadores neuromusculares —como la fuerza de mordida y la actividad electromiográfica— tras intervenciones centradas en la región craneomandibular (Moleirinho-Alves, Almeida, et al., 2021).

Además del componente físico, algunos estudios subrayan la relevancia de los factores psicosociales en la evolución clínica de los TTM. En particular, las intervenciones que combinaron ejercicio aeróbico con técnicas terapéuticas específicas mostraron mejoras no solo en el dolor, sino también en indicadores de salud mental, como los niveles de ansiedad evaluados mediante la escala GAD-7. En este sentido, la investigación de Dantony et al. (2024) respalda la hipótesis de que el ejercicio aeróbico contribuye a la modulación de mecanismos centrales del dolor, más allá de su efecto periférico, lo que podría explicar su efecto sinérgico cuando se emplea como complemento del ejercicio terapéutico (Dantony et al., 2024).

5.1 IMPLICACIONES CLÍNICAS

A la luz de los resultados disponibles, se recomienda priorizar la aplicación de protocolos de ejercicio terapéutico estructurado —con énfasis en ejercicios mandibulares activos, control motor cervical y estiramientos progresivos— como primera línea de intervención para el dolor asociado a TTM. No obstante, los beneficios psicofisiológicos del ejercicio aeróbico, particularmente en pacientes con sintomatología ansiosa o sensibilización central, justifican su integración en programas de

intervención multimodal, siempre que su dosificación esté adecuadamente controlada.

5.2. PROPUESTAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Para consolidar estas recomendaciones, se requieren ensayos clínicos con metodologías más homogéneas y diseños robustos. En particular, sería valioso establecer protocolos estandarizados de entre 8 y 12 semanas de duración que incluyan la monitorización de la activación muscular mediante electromiografía de superficie. Asimismo, se justifica el desarrollo de estudios multicéntricos con muestras amplias y criterios diagnósticos precisos, que exploren de forma sistemática los efectos combinados del ejercicio terapéutico y aeróbico, evaluando tanto resultados clínicos como variables neurofisiológicas y psicosociales.

5.3. LIMITACIONES

La presente revisión enfrenta diversas limitaciones derivadas de la heterogeneidad entre estudios incluidos. Las diferencias en el diseño (ej. comparaciones entre ejercicio terapéutico, aeróbico o terapia manual), duración de las intervenciones (6–12 semanas), y tipos de outcome (dolor, fuerza, umbrales de presión) dificultan la comparación directa y reducen la posibilidad de establecer conclusiones sólidas sobre la superioridad de una modalidad concreta (Dantony et al., 2024; Sarfraz et al., 2023).

Además, los protocolos de ejercicio mostraron gran variabilidad en intensidad, frecuencia y progresión, sin una estandarización clara que permita definir parámetros óptimos de dosificación, especialmente en el caso del ejercicio aeróbico (Moleirinho-Alves, Almeida, et al., 2021; Moleirinho-Alves, Cebola, et al., 2021).

Los tamaños muestrales pequeños (35–60 participantes) y la variabilidad en las características poblacionales, con diferencias en comorbilidades, niveles de condición física y criterios diagnósticos, limitan la generalización de los hallazgos (Verma et al., 2024).

Otra limitación común fue la falta de seguimiento a largo plazo, ya que la mayoría de estudios evaluaron únicamente efectos inmediatos post-intervención. Asimismo, factores contextuales relevantes, como son el

estrés, el sueño, hábitos posturales o comorbilidades cervicales no fueron controlados de forma sistemática, a pesar de su influencia potencial en la respuesta al tratamiento.

En conjunto, estos aspectos metodológicos subrayan la necesidad de ensayos clínicos más amplios, con diseños homogéneos, poblaciones bien caracterizadas y protocolos individualizados, para validar la efectividad y seguridad del ejercicio como intervención en TTM en una futura revisión sistemática que evalúe la validez y calidad de los estudios.

6. CONCLUSIÓN

La evidencia disponible respalda el ejercicio terapéutico como una herramienta clave en el abordaje integral de los trastornos temporomandibulares (TTM), especialmente cuando se combina con intervenciones manuales dentro de un enfoque multidisciplinar. Tanto el ejercicio aeróbico como los programas de fortalecimiento muscular y ejercicios de resistencia han demostrado beneficios en la reducción del dolor, la mejora funcional y la calidad de vida de los pacientes con dolor orofacial crónico.

A pesar de estos hallazgos, la literatura actual presenta una considerable heterogeneidad metodológica, lo que limita la posibilidad de establecer recomendaciones precisas sobre parámetros como la frecuencia, la intensidad y la duración óptima del ejercicio. Por tanto, futuras investigaciones deberían avanzar hacia la estandarización de los protocolos de intervención, incluyendo diseños más rigurosos que evalúen interacciones entre modalidades terapéuticas (por ejemplo, ejercicios combinados con terapia manual o agentes físicos).

Asimismo, se destaca la necesidad de integrar medidas sistemáticas de variables psicosociales —como ansiedad y calidad de vida relacionada con la salud oral—, dado que estos dominios han mostrado mejoras consistentes en los estudios que los contemplaron. Paralelamente, se propone incorporar la evaluación de biomarcadores inflamatorios y neurofisiológicos, tanto locales como sistémicos, con el fin de esclarecer los mecanismos implicados en la modulación del dolor y avanzar hacia una personalización más precisa de las intervenciones basadas en ejercicio.

Desde una perspectiva clínica, los resultados refuerzan el valor del ejercicio activo como componente prioritario en el tratamiento de los TTM, por encima de las intervenciones pasivas convencionales, particularmente en contextos de dolor crónico. La implementación de estas estrategias en entornos reales de práctica clínica debería ser acompañada por estudios de efectividad externa que consideren poblaciones diversas, incluidos aquellos con presentaciones atípicas o en fases subclínicas de la disfunción.

Por último, la identificación de relaciones dosis-respuesta específicas para cada modalidad de ejercicio representa una línea de investigación crucial para el desarrollo de guías clínicas basadas en evidencia sólida y clínicamente aplicable.

7. REFERENCIAS

- Abboud, W. A., Yarom, N., Yahalom, R., Joachim, M., Reiter, S., Koren, O., & Elishoov, H. (2018). Comparison of two physiotherapy programmes for rehabilitation after temporomandibular joint arthroscopy. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 47(6), Article 6. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2017.10.019>
- Ananthan, S., & Benoliel, R. (2020). Chronic orofacial pain. *Journal of Neural Transmission* (Vienna, Austria: 1996), 127(4), Article 4. <https://doi.org/10.1007/s00702-020-02157-3>
- Andre, A., Kang, J., & Dym, H. (2022). Pharmacologic Treatment for Temporomandibular and Temporomandibular Joint Disorders. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 34(1), Article 1. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2021.08.001>
- Brandão, R. de A. F. S., Mendes, C. M. C., Lopes, T. da S., Brandão Filho, R. A., & Sena, E. P. de. (2021). Neurophysiological aspects of isotonic exercises in temporomandibular joint dysfunction syndrome. *CoDAS*, 33(3), e20190218. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20202019218>
- Calixtre, L. B., Grüninger, B. L. da S., Haik, M. N., Alburquerque-Sendín, F., & Oliveira, A. B. (2016). Effects of cervical mobilization and exercise on pain, movement and function in subjects with temporomandibular disorders: A single group pre-post test. *Journal of Applied Oral Science: Revista FOB*, 24(3), Article 3. <https://doi.org/10.1590/1678-775720150240>

- Dantony, F., Romero-Rodríguez, D., Pérez-Guillén, S., Cabanillas-Barea, S., Yogi, K., Blanco, D., Felipe-Spada, N., & Carrasco-Uribarren, A. (2024). Efficacy of Aerobic Exercise on Widespread Pain Sensitization in Patients with Temporomandibular Disorders: A Preliminary Randomized Controlled Study. *Applied Sciences*, 14(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/app14051799>
- de Oliveira-Souza, A. Izabela S., Gülker, L., Tavares, L. F., Andrade, A. V., Dennett, L., Fuentes, J., Schnepel, T., von Piekartz, H., & Armijo-Olivo, S. (2024). The effectiveness of aerobic exercise compared to other types of treatment on pain and disability in patients with orofacial pain: A systematic review. *Journal of Oral Rehabilitation*, 51(12), Article 12. <https://doi.org/10.1111/joor.13823>
- Ferreira, L. A., Grossmann, E., Januzzi, E., de Paula, M. V. Q., & Carvalho, A. C. P. (2016). Diagnosis of temporomandibular joint disorders: Indication of imaging exams. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 82(3), Article 3. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.06.010>
- González-Sánchez, B., García Monterey, P., Ramírez-Durán, M. D. V., Garrido-Ardila, E. M., Rodríguez-Mansilla, J., & Jiménez-Palomares, M. (2023). Temporomandibular Joint Dysfunctions: A Systematic Review of Treatment Approaches. *Journal of Clinical Medicine*, 12(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/jcm12124156>
- Huang, B., Niu, Y., Zhao, W., Bao, P., & Li, D. (2020). Reduced Sleep in the Week Prior to Diagnosis of COVID-19 is Associated with the Severity of COVID-19. *Nature and Science of Sleep*, 12, 999-1007. <https://doi.org/10.2147/NSS.S263488>
- Idáñez-Robles, A. M., Obrero-Gaitán, E., Lomas-Vega, R., Osuna-Pérez, M. C., Cortés-Pérez, I., & Zagalaz-Anula, N. (2023). Exercise therapy improves pain and mouth opening in temporomandibular disorders: A systematic review with meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 37(4), 443-461. <https://doi.org/10.1177/02692155221133523>
- Ingawalé, S., & Goswami, T. (2009). Temporomandibular joint: Disorders, treatments, and biomechanics. *Annals of Biomedical Engineering*, 37(5), Article 5. <https://doi.org/10.1007/s10439-009-9659-4>
- Jedel, E., Elfström, M. L., & Hägglin, C. (2021). Differences in personality, perceived stress and physical activity in women with burning mouth syndrome compared to controls. *Scandinavian Journal of Pain*, 21(1), Article 1. <https://doi.org/10.1515/sjpain-2020-0110>
- Kelly, M. E., Loughrey, D., Lawlor, B. A., Robertson, I. H., Walsh, C., & Brennan, S. (2014). The impact of exercise on the cognitive functioning of healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 16, 12-31. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2014.05.002>

- Laimi, K., Mäkilä, A., Bärlund, E., Katajapuu, N., Oksanen, A., Seikkula, V., Karppinen, J., & Saltychev, M. (2018). Effectiveness of myofascial release in treatment of chronic musculoskeletal pain: A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 32(4), Article 4. <https://doi.org/10.1177/0269215517732820>
- Lee, E., Crowder, H. R., Tummala, N., Goodman, J. F., Abbott, J., & Zapanta, P. E. (2021). Temporomandibular disorder treatment algorithm for otolaryngologists. *American Journal of Otolaryngology*, 42(6), Article 6. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2021.103155>
- Lee, S. (2022). Naturally Occurring Consecutive Sleep Loss and Day-to-Day Trajectories of Affective and Physical Well-Being. *Annals of Behavioral Medicine: A Publication of the Society of Behavioral Medicine*, 56(4), Article 4. <https://doi.org/10.1093/abm/kaab055>
- Migueláñez Medrán, B. C., Goicoechea García, C., López Sánchez, A., & Martínez García, M. A. (2019). Dolor orofacial en la clínica odontológica. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 26(4), Article 4. <https://doi.org/10.20986/resed.2019.3724/2019>
- Moleirinho-Alves, P. M. M., Almeida, A. M. C. S. de, Exposto, F. G., Oliveira, R. A. N. da S., & Pezarat-Correia, P. L. C. de. (2021). Effects of therapeutic exercise and aerobic exercise programmes on pain, anxiety and oral health-related quality of life in patients with temporomandibular disorders. *Journal of Oral Rehabilitation*, 48(11), Article 11. <https://doi.org/10.1111/joor.13239>
- Moleirinho-Alves, P. M. M., Cebola, P. M. T. C., Dos Santos, P. D. G., Correia, J. P., Godinho, C., Oliveira, R. A. N. da S., & Pezarat-Correia, P. L. C. (2021). Effects of Therapeutic and Aerobic Exercise Programs on Pain, Neuromuscular Activation, and Bite Force in Patients with Temporomandibular Disorders. *Journal of Personalized Medicine*, 11(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/jpml1111170>
- Oral, K., Bal Küçük, B., Ebeoğlu, B., & Dinçer, S. (2009). Etiology of temporomandibular disorder pain. *Agri: Agri (Algoloji) Derneği'nin Yayın Organidir = The Journal of the Turkish Society of Algology*, 21(3), Article 3.
- Sarfraz, S., Anwar, N., Tauqeer, S., Asif, T., Ain, N. U., & Shakeel, H. (2023). Comparison of effects of manual physical therapy and exercise therapy for patients with Temporomandibular disorders. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 73(1), Article 1. <https://doi.org/10.47391/JPMA.3594>

- Schiffman, E., Ohrbach, R., Truelove, E., Look, J., Anderson, G., Goulet, J.-P., List, T., Svensson, P., Gonzalez, Y., Lobbezoo, F., Michelotti, A., Brooks, S. L., Ceusters, W., Drangsholt, M., Ettlin, D., Gaul, C., Goldberg, L. J., Haythornthwaite, J. A., Hollender, L., ... Orofacial Pain Special Interest Group, International Association for the Study of Pain. (2014). Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for Clinical and Research Applications: Recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network* and Orofacial Pain Special Interest Group†. *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*, 28(1), Article 1. <https://doi.org/10.11607/jop.1151>
- She, J., Nakamura, H., Makino, K., Ohyama, Y., & Hashimoto, H. (2015). Selection of suitable maximum-heart-rate formulas for use with Karvonen formula to calculate exercise intensity. *International Journal of Automation and Computing*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.1007/s11633-014-0824-3>
- Tavares, L. F., Gadotti, I. C., Melo, R. A., Moura, A. B. G., Ferreira, L. M., & Figueiredo-Ribeiro, K. M. O. B. (2024). Quality of life and level of physical activity of individuals with temporomandibular disorders with and without otological symptoms: Secondary analysis of a cross-sectional study. *Physiotherapy Research International: The Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy*, 29(3), Article 3. <https://doi.org/10.1002/pri.2104>
- Vaegter, H. B., Handberg, G., & Graven-Nielsen, T. (2014). Similarities between exercise-induced hypoalgesia and conditioned pain modulation in humans. *Pain*, 155(1), 158-167. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.09.023>
- Verma, A., Sayed Abdul, N., Bhagawati, A., Saikia, T., Bhattacharya, A., Rajendra Joshi, P., Shivakumar, S., & C, S. G. (2024). Exploring the Association Between Physical Fitness (High Intensity and Low Intensity) and the Incidence of Temporomandibular Disorders: A Comparative Study. *Cureus*, 16(8), Article 8. <https://doi.org/10.7759/cureus.66047>

¿EJERCICIO FÍSICO DE ALTA O BAJA INTENSIDAD EN POBLACIÓN CON DOLOR CRÓNICO? ¿EN QUÉ AFECTA LA CALIDAD DE SUEÑO?

DIEGO GIJÓN LAGO

*Facultad de Ciencias del Deporte,
Universidad Europea de Madrid, Villaviciosa de Odón, Madrid, España
Grupo de Investigación Neurociencia Cognitiva,
Dolor y Rehabilitación (NECODOR).
Facultad de Ciencias de la Salud.
Universidad Rey Juan Carlos. Madrid, España*

1. INTRODUCCIÓN

El sueño es esencial para mantener la salud y el bienestar de las personas de todas las edades. En niños y adolescentes, sabemos que el sueño promueve el crecimiento, el aprendizaje y el desarrollo cognitivo (Kopasz et al., 2010).

En adultos de mediana edad y en los adultos mayores, la mala calidad del sueño se vincula con una menor calidad de vida, bajo rendimiento laboral y diversas enfermedades como obesidad, ansiedad y depresión (Fábrega-Cuadros et al., 2020).

Está comprobado que realizar actividad física contribuye a reducir la probabilidad de padecer enfermedades metabólicas y cardiovasculares, además de disminuir la tasa de muerte prematura. Asimismo, favorece la mejora en la calidad de vida, el bienestar emocional y el rendimiento cognitivo en la población general (Kelly et al., 2014).

Según últimas revisiones, la prevalencia del insomnio oscila entre el 10% y el 30% en la población general, lo que aumenta el riesgo de diversas enfermedades cardiovasculares y afecta la esperanza de vida (Lovato & Lack, 2019). Se ha demostrado desde las primeras investigaciones en la

materia que el ejercicio físico es una forma económica y además eficaz en la mejora de la calidad del sueño (Youngstedt et al., 1997).

Se recomienda que los adultos duerman entre 7 y 9 horas por noche para mantener un óptimo funcionamiento físico y mental. Sin embargo, actualmente resulta complicado alcanzar esta cantidad debido al ritmo frenético de la vida en las grandes ciudades, y más de un tercio de la población duerme menos de 6 horas cada noche (Lee, 2022).

Con el brote de COVID-19, un investigador descubrió que la falta de sueño afectaba no solo la gravedad de la enfermedad, sino también el pronóstico, esto, adelanta, que en muchas otras enfermedades puede suceder lo mismo (B. Huang et al., 2020).

Es esencial fomentar un buen descanso en personas de todas las edades. Recientemente, un estudio ha analizado cómo la falta de sueño, especialmente cuando se combina con bajos niveles de actividad física o sedentarismo, incrementa el riesgo de muerte tanto por cualquier causa como por causas específicas, sugiriendo que ambos factores pueden actuar de forma conjunta y perjudicial (B.-H. Huang et al., 2022).

El entrenamiento interválico de alta intensidad (High Intensity Interval Training, HIIT) se define como la alternancia entre breves periodos de ejercicio vigoroso, que alcanzan al menos el 85% de la frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx}) o el 80% del consumo máximo de oxígeno (VO₂_{máx}), y fases de recuperación que no superan los cinco minutos, durante las cuales se reduce la intensidad del esfuerzo, típicamente por debajo del 70% de la FC_{máx} (Weston et al., 2014). Esta definición abarca una amplia variedad de modalidades de ejercicio, incluyendo actividades como correr en cinta, ciclismo y ejercicios con peso o con el propio peso corporal. En comparación con el entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT), una sesión estándar de HIIT puede durar hasta un tercio del tiempo, ofreciendo una alternativa más accesible para quienes disponen de limitaciones temporales (MacInnis et al., 2017; Weston et al., 2014).

Diversos ensayos clínicos aleatorizados han demostrado que el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) produce mejoras superiores en múltiples sistemas fisiológicos en comparación con el

entrenamiento continuo de intensidad moderada (Moderate Intensity Continuous Training, MICT). Estas mejoras abarcan aspectos del músculo esquelético, la función vascular, la capacidad respiratoria, la regulación autonómica, la función cardíaca, la capacidad aeróbica, los marcadores inflamatorios, la calidad de vida y el consumo máximo de oxígeno (VO₂máx). Además, la reducción del tiempo requerido para alcanzar beneficios significativos en la salud representa una ventaja relevante, especialmente para adultos con obesidad, lo que podría favorecer una mayor adherencia al programa de ejercicio. Más allá de los efectos fisiológicos, el HIIT también ha mostrado impactos positivos en el ámbito psicológico, evidenciándose mejoras en síntomas de ansiedad y depresión (Martland et al., 2020).

La actividad física y el sueño están interrelacionados mediante diversos mecanismos tanto fisiológicos como psicológicos. En términos generales, la evidencia científica indica que realizar ejercicio de baja a moderada intensidad de manera puntual puede tener efectos positivos, aunque modestos, sobre la duración del sueño (Youngstedt et al., 1997).

Sin embargo, las recomendaciones actuales sobre higiene del sueño han desaconsejado el ejercicio de alta intensidad (HIIT) dentro de las 3 h previas a acostarse.

Debido a la posible interrupción del sueño nocturno. Más específicamente, en algunos estudios, se ha demostrado que el HIIT al final de la noche aumenta el estrés psicofisiológico, altera la fase circadiana, aumenta los despertares y causa hiperactividad simpática (Bonato et al., 2017).

Realizar ejercicio durante la noche se está volviendo cada vez más popular entre quienes tienen agendas diarias muy ocupadas. Además, la disponibilidad de gimnasios abiertos las 24 horas ofrece un entorno conveniente para entrenar en ese horario. No obstante, la Academia Estadounidense de Medicina del Sueño (American Academy of Sleep Medicine, AASM) desaconseja la práctica de ejercicio nocturno, ya que podría generar un estado de activación que afecte negativamente el sueño posterior. Por otro lado, un estudio transversal reveló que la mayoría de los participantes reportaron que hacer ejercicio por la noche no interfería con su descanso (Buman et al., 2014).

Los efectos del ejercicio nocturno a distintas intensidades sobre el sueño continúan siendo objeto de debate. Vlahoyiannis et al. (2021) demostraron que el entrenamiento vespertino de intervalos de sprint aumentó el tiempo total de sueño (Time Total Sleep, TST), mejoró la eficiencia del sueño (SE) y redujo el tiempo de vigilia tras el inicio del sueño (Wakefulness After Sleep Onset, WASO) en comparación con el ejercicio de intensidad moderada y la ausencia de ejercicio (Vlahoyiannis et al., 2021).

De manera similar, Thomas et al. (2020) encontraron que tanto el ejercicio de alta intensidad (HIIT) como el de baja intensidad (Low Intensity Steady State, LISS) realizados por la tarde incrementaron el TST y disminuyeron el WASO en corredores entrenados, pese a un aumento en la actividad autonómica cardíaca (Thomas et al., 2020).

Estudios previos reportaron que el ejercicio vespertino agudo, independientemente de la intensidad, no afectó la calidad del sueño en adultos jóvenes (Stutz et al., 2019).

Además, se plantea la existencia de un umbral de intensidad que modula el impacto del ejercicio nocturno sobre el sueño. Los metaanálisis previos se han centrado principalmente en comparar ejercicios de alta o moderada intensidad con controles sin ejercicio, sin evaluar exhaustivamente las diferencias entre intensidades de ejercicio nocturno agudo. Por ello, es necesario un análisis más detallado de la evidencia actual para esclarecer estos efectos en perfiles poblacionales con dolor.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de esta revisión fue recopilar y analizar la evidencia actual sobre cómo el ejercicio físico de alta intensidad puede influir o modular la calidad de sueño en seres humanos.

Como objetivo secundario, se buscó identificar qué tipo de ejercicio era el más beneficioso comparando el ejercicio de alta intensidad en poblaciones con presencia de dolor en diferentes patologías (Trastornos de la articulación temporomandibular y dolor orofacial, fibromialgia, dolor lumbar inespecífico, artritis, dolor secundario a quimioterapia en cáncer

de mama, dismenorrea y lesiones musculoesqueléticas), frente a otros tipos de ejercicio.

3. METODOLOGÍA

En una primera fase se realizó una búsqueda bibliográfica en PubMed, SCOPUS y Cochrane incluyendo términos referidos al ejercicio de alta intensidad en población sana en relación con la calidad del sueño, la búsqueda fue de revisiones sistemáticas o narrativas, de los últimos 5 años.

En una segunda fase se comprobó toda la evidencia publicada en población con dolor crónico en patologías concretas, que hubieran comparado ejercicio de alta intensidad frente a moderada o baja intensidad en población con dolor, se realizó una búsqueda bibliográfica en PubMed y SCOPUS incluyendo términos referidos al ejercicio de alta intensidad, calidad de sueño, entrenamiento de intervalos de alta intensidad, trastornos de la articulación temporomandibular, dolor orofacial, fibromialgia, dolor lumbar inespecífico, artritis reumatoide, dolor secundario a quimioterapia en cáncer de mama, dismenorrea y lesiones musculoesqueléticas, restringiendo la búsqueda a revisiones sistemáticas o narrativas, de los últimos 5 años.

4. RESULTADOS

En una primera fase se realizó una búsqueda bibliográfica en PubMed, SCOPUS y Cochrane incluyendo términos referidos al ejercicio de alta intensidad en población sana en relación con la calidad del sueño, la búsqueda fue de revisiones sistemáticas o narrativas, de los últimos 5 años, dando como resultado 5 revisiones sistemáticas añadidas y analizadas posteriormente, de las que se pueden concluir las siguientes relaciones.

4.1. EFECTOS DEL EJERCICIO SOBRE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL SUEÑO

El sueño desempeña un papel fundamental en la regulación de procesos fisiológicos e inmunológicos, la conservación de energía y la recuperación tanto de las funciones corporales como cerebrales (Assefa et al., 2015). La cantidad adecuada de sueño resulta esencial para mantener la

salud general y el bienestar, y su insuficiencia se asocia con un incremento en el riesgo de morbilidad y mortalidad. Diversas revisiones previas han señalado que la práctica de ejercicio físico, especialmente cuando se realiza durante el día, puede ejercer efectos positivos, aunque moderados, sobre la duración total del sueño (TST). Sin embargo, la evidencia actual indica que el ejercicio nocturno de alta intensidad no conduce a un incremento significativo en la TST en comparación con la ausencia de actividad física.

La relación entre el ejercicio y la cantidad de sueño puede verse influida por múltiples factores, como el horario de acostarse, que en algunos estudios está controlado y en otros se permite de manera libre. Cuando el descanso nocturno no está restringido por horarios fijos, es posible observar un aumento en la TST tras la práctica de ejercicio. Por el contrario, cuando las horas de acostarse están estandarizadas, el impacto del ejercicio sobre la duración del sueño suele ser mínimo.

En términos generales, la mayoría de los adultos requieren aproximadamente siete horas de sueño nocturno para mantener un funcionamiento óptimo y reducir el riesgo de problemas de salud (Watson et al., 2015). La TST adecuada se asocia además con una menor somnolencia diurna, lo que subraya la importancia de cumplir con las recomendaciones de sueño establecidas. Así, el ejercicio puede contribuir a mejorar la calidad y, en ciertas condiciones, la cantidad de sueño, aunque sus efectos pueden variar según factores como el momento de realización y la intensidad de la actividad física.

La evidencia científica actual sugiere evitar la práctica de ejercicio físico de alta intensidad en un intervalo cercano a la hora de dormir (menos de dos horas), debido a su potencial efecto negativo sobre la calidad y el inicio del sueño, favoreciendo la fragmentación del descanso y dificultando la conciliación del mismo. Estas alteraciones, que pueden manifestarse como un aumento en la latencia de inicio del sueño (SOL), el tiempo de vigilia tras el inicio del sueño (WASO) o la eficiencia del sueño (SE), han sido vinculadas con un mayor riesgo de mortalidad en diversas investigaciones (Dew et al., 2003).

4.2. EFECTO DEL MOMENTO DEL EJERCICIO SOBRE EL RITMO CIRCADIANO Y LA CALIDAD DEL SUEÑO

Estas revisiones analizan la influencia del horario de la actividad física en el ritmo circadiano y la calidad del sueño, que ha revelado diferencias notables según el momento de realización. Diversos estudios experimentales han evaluado los efectos del ejercicio matutino y vespertino sobre los patrones fisiológicos clave para el descanso, como la secreción de melatonina, la reducción de cortisol y la temperatura corporal.

La evidencia científica señala que la práctica de ejercicio durante las últimas horas de la tarde, concretamente entre las 17:00 y las 19:00 horas, puede inducir un incremento de la temperatura corporal nocturna y provocar un retraso en la fase circadiana de la melatonina. Estas alteraciones se asocian con una reducción en la duración del sueño de movimientos oculares rápidos (REM) en adultos sanos, en comparación con los valores registrados antes de la intervención (Imboden et al., 2021).

Por otro lado, el ejercicio realizado en horario matutino, entre las 10:00 y las 12:00 horas, se relaciona con un adelanto en el inicio y el pico de secreción de melatonina, aunque no se han detectado modificaciones significativas en la temperatura corporal ni en la calidad objetiva del sueño respecto a la ausencia de ejercicio en ese mismo periodo.

Estos hallazgos subrayan la relevancia de considerar el momento de la actividad física al analizar su impacto sobre el sistema circadiano y la arquitectura del sueño.

La investigación sobre el efecto de diferentes intensidades de ejercicio físico sobre la regulación circadiana y la calidad del sueño ha demostrado que, en adultos sanos con patrones de descanso adecuados, la realización de actividad física a intensidad moderada o a un nivel superior (por encima del 50% de volumen total) no compromete la calidad del sueño. En estos estudios, la temperatura corporal central no presentó variaciones significativas tras 30 minutos de ejercicio moderado o de mayor intensidad respecto a los valores basales. Sin embargo, tras 60 minutos de ejercicio, se observó un incremento transitorio de la temperatura corporal, que posteriormente retornó a los niveles iniciales tras 120 minutos de ejercicio moderado, o bien tras 30 minutos cuando el esfuerzo superaba

el 50% del umbral moderado. Estos hallazgos sugieren que el ejercicio de intensidad moderada a elevada, incluso en horario vespertino, no altera negativamente la calidad del sueño en individuos sanos, siempre que se permita un periodo suficiente de recuperación térmica antes del descanso nocturno (Aseem et al., 2021; Bonato et al., 2020).

Cabe destacar que varios estudios han demostrado que el HIIT genera niveles de disfrute y adherencia similares o superiores a los del entrenamiento continuo de intensidad moderada (Vella et al., 2017).

A modo de síntesis, la aplicación del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) debería priorizarse en el acompañamiento terapéutico de pacientes con alteraciones del estado de ánimo. No obstante, para validar sus beneficios en el manejo de la depresión y la ansiedad, resulta imprescindible la realización de estudios con muestras más amplias y ensayos clínicos aleatorizados de elevada calidad metodológica.

A pesar de que se han investigado extensamente los mecanismos fisiológicos y psicológicos implicados, la influencia del HIIT sobre la arquitectura del sueño continúa siendo un área poco explorada. Futuras investigaciones deberían estar orientadas a esclarecer los mecanismos adaptativos inducidos por el ejercicio, así como a determinar la intensidad, la modalidad y el volumen óptimos de HIIT para maximizar sus efectos sobre el descanso. Asimismo, es fundamental que los estudios futuros analicen de manera pormenorizada cada fase del ciclo de sueño humano.

Aunque revisiones previas han reportado que el ejercicio agudo puede incrementar de forma significativa, aunque modesta, el sueño de ondas lentas (SWS) y el tiempo total de sueño (TST), aún se requieren investigaciones adicionales para precisar el efecto del HIIT sobre la latencia de inicio del sueño (SL), el tiempo de vigilia tras el inicio del sueño (WASO) y la duración del sueño de movimientos oculares rápidos (REM) (Kredlow et al., 2015).

La actividad física vespertina, independientemente de su intensidad, no suele afectar negativamente la calidad general del sueño en adultos jóvenes y de mediana edad. Si bien el ejercicio de alta intensidad puede reducir la proporción de sueño REM, esto no se traduce en un deterioro

clínicamente significativo y puede compensarse con un aumento del sueño profundo (SWS), considerado más reparador. Por otro lado, el ejercicio moderado puede incluso mejorar algunos parámetros del sueño, como la latencia de inicio o la eficiencia.

Los efectos sobre el sueño dependen de factores como la duración del ejercicio, el intervalo hasta el descanso, el tipo de actividad, el nivel de actividad habitual y el cronotipo individual. En general, el ejercicio vespertino es seguro y puede aportar beneficios al sueño si se adapta a las características personales y al contexto de cada individuo (Yue et al., 2022).

4.3. EFECTOS EN LA LATENCIA DEL SUEÑO: RESPUESTA CARDIOVASCULAR

El momento de finalización del ejercicio intenso constituye un determinante crucial para los efectos sobre la latencia del sueño. Los estudios demuestran que cuando el ejercicio termina una hora antes del momento de acostarse, se observa un incremento significativo de la frecuencia cardíaca (+25.7 latidos por minuto) acompañado de una reducción en la variabilidad de la frecuencia cardíaca de alta frecuencia. Esta activación cardiovascular sostenida resulta en un retraso del inicio del sueño de aproximadamente 14 minutos, evidenciando la persistencia de la activación simpática en el período pre-sueño (Frimpong et al., 2021).

5. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue analizar cómo el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) influye en la calidad del sueño. Los resultados mostraron que el HIIT produce mejoras significativas en la calidad del sueño, reflejadas en las puntuaciones totales del Índice de Calidad del Sueño de Pittsburgh (PSQI), así como efectos positivos de intensidad pequeña a moderada en la actividad física.

Además, el análisis por subgrupos reveló que las sesiones de HIIT que duran más de 16 minutos y se extienden por más de ocho semanas, independientemente del tipo de intervención, pueden mejorar notablemente la calidad del sueño, especialmente en pacientes con dolor.

En resumen, el HIIT se presenta como una estrategia eficaz y factible para mejorar la calidad del sueño en adultos. En cuanto a los resultados principales, nuestros datos coinciden con investigaciones previas. Aunque algunos autores sugieren que el ejercicio de alta intensidad podría aumentar la activación fisiológica y causar dolor muscular, lo que podría limitar sus beneficios sobre el sueño.

Para ello, los resultados de la segunda fase, se centraron en la búsqueda del tipo de ejercicio que fuese el más beneficioso comparando el ejercicio de alta intensidad en poblaciones con presencia de dolor en diferentes patologías (Trastornos de la articulación temporomandibular y dolor orofacial, fibromialgia, dolor lumbar inespecífico, artritis, dolor secundario a quimioterapia en cáncer de mama, dismenorrea y lesiones musculoesqueléticas), frente a otros tipos de ejercicio.

5.1. TRASTORNOS TEMPOROMANDIBULARES, DOLOR OROFACIAL Y EJERCICIO DE ALTA INTENSIDAD

El vínculo entre la condición física y la incidencia de trastornos temporomandibulares (TTM) fue analizado en un estudio comparativo con sesenta participantes distribuidos en tres grupos: uno sometido a entrenamiento aeróbico de alta intensidad, otro a sesiones de yoga de baja intensidad y un tercero que recibió únicamente educación en salud. El diagnóstico de TTM se realizó mediante el Índice Anamnésico de Fonseca, evaluando además la intensidad del dolor con la Escala Visual Analógica y la autoeficacia frente al dolor con el cuestionario “The Pain Self-Efficacy Questionnaire” (PSEQ). Los resultados mostraron que la severidad de los síntomas de TTM fue mayor en el grupo de alta intensidad, junto con un incremento significativo en los niveles de dolor y una reducción en la autoeficacia percibida. En contraste, el grupo de baja intensidad experimentó una disminución del dolor y una mejora en la autoeficacia, mientras que el grupo control no presentó cambios relevantes. Estos hallazgos sugieren que el ejercicio físico de baja intensidad puede ser una estrategia complementaria eficaz en el manejo de los TTM, en combinación con tratamiento farmacológico, al contribuir a la reducción del dolor y la mejora funcional en esta población (Verma et al., 2024).

5.2. FIBROMIALGIA Y EJERCICIO DE ALTA INTENSIDAD VS MODERADA INTENSIDAD

En un ensayo clínico aleatorizado, simple ciego, se evaluó la eficacia del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) frente al entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT), ambos combinados con ejercicios de fortalecimiento y estiramiento, en mujeres con fibromialgia. Sesenta participantes fueron distribuidas en tres grupos: HIIT, MICT y control, con cinco sesiones semanales durante seis semanas. El HIIT consistió en intervalos al 80-95% de la frecuencia cardíaca máxima, mientras que el MICT se realizó de forma continua al 65-70%. Ambos grupos de intervención mostraron mejoras significativas en el impacto de la fibromialgia, dolor, calidad de vida y capacidad funcional respecto al grupo control, sin diferencias significativas entre HIIT y MICT en el cuestionario de impacto de la fibromialgia. No obstante, solo el grupo MICT evidenció mejoras relevantes en los parámetros de composición corporal. Estos resultados indican que tanto el HIIT como el MICT, acompañados de fortalecimiento y estiramiento, son estrategias efectivas para mejorar síntomas y funcionalidad en mujeres con fibromialgia, aunque el MICT podría ofrecer ventajas adicionales en la optimización de la composición corporal (Atan & Karavelioğlu, 2020).

5.3. EJERCICIO DE ALTA Y BAJA INTENSIDAD EN DOLOR LUMBAR CRÓNICO INESPECÍFICO

Un ensayo clínico aleatorizado evaluó la eficacia del Pilates de alta y baja intensidad en adultos con dolor lumbar crónico inespecífico, asignando a los participantes a uno de los dos regímenes de ejercicio durante un periodo determinado. El dolor y la discapacidad se midieron antes y después de la intervención mediante escalas validadas. Ambos grupos experimentaron reducciones significativas en el dolor y mejoras en la discapacidad, sin diferencias estadísticamente significativas entre las dos intensidades de Pilates. La adherencia al tratamiento fue elevada y no se reportaron eventos adversos graves, lo que respalda la seguridad de ambas modalidades. Estos hallazgos indican que el Pilates, independientemente de la intensidad, es una estrategia eficaz y segura para disminuir el dolor y la discapacidad en personas con dolor lumbar crónico

inespecífico, siendo ambas opciones igualmente recomendables en la práctica clínica (Coelho et al., 2025).

5.4. HIIT Y ARTRITIS REUMATOIDE

En un ensayo controlado aleatorizado, se examinó el impacto del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) implementado en atención primaria de fisioterapia sobre la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes con artritis inflamatoria. Sesenta participantes fueron asignados a un grupo de ejercicio, que realizó HIIT individualizado al 90-95% de la frecuencia cardíaca máxima durante 12 semanas, o a un grupo control con atención habitual. Se evaluaron el consumo máximo de oxígeno (VO_2peak), factores de riesgo cardiovascular, actividad de la enfermedad, parámetros antropométricos, actividad física autorreportada, dolor, fatiga, impacto de la enfermedad y creencias relacionadas con el ejercicio al inicio, a los 3 y 6 meses. El grupo de HIIT mostró mejoras significativas en VO_2peak tanto a los 3 como a los 6 meses, junto con un incremento en la actividad física autorreportada, sin que se observaran efectos adversos relevantes ni empeoramiento de la actividad de la enfermedad. No se detectaron diferencias significativas en los factores de riesgo cardiovascular, dolor, fatiga o autoeficacia. Estos resultados evidencian que el HIIT supervisado en el contexto de fisioterapia primaria es seguro y eficaz para mejorar de manera sostenida la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes con artritis inflamatoria, sin efectos negativos sobre la enfermedad o la seguridad (Nordén et al., 2024).

5.5. HIIT CONTRA EFECTOS SECUNDARIOS DE QUIMIOTERAPIA EN CÁNCER DE MAMA

En un ensayo clínico controlado, se analizó el efecto del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) sobre la calidad de vida y la incidencia de efectos secundarios de la quimioterapia en mujeres con cáncer de mama. Las participantes, sometidas a tratamiento quimioterápico, fueron asignadas aleatoriamente a un grupo de intervención que realizó HIIT supervisado o a un grupo control con atención estándar. Los resultados mostraron que el grupo HIIT experimentó mejoras significativas en diversos aspectos de la calidad de vida y una reducción en la

incidencia y severidad de efectos adversos relacionados con la quimioterapia, como fatiga, náuseas y dolor, en comparación con el grupo control. La intervención fue bien tolerada y no se reportaron eventos adversos graves asociados al ejercicio. Estos hallazgos respaldan la seguridad y eficacia del HIIT como estrategia complementaria para optimizar la calidad de vida y mitigar los efectos secundarios de la quimioterapia en mujeres con cáncer de mama, recomendando su integración en el abordaje multidisciplinar de estas pacientes (Klavina et al., 2024).

5.6. HIIT Y DOLOR EN DISMENORREA PRIMARIA

En un ensayo controlado aleatorizado, se investigó el impacto del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) mediante bicicletas estáticas sobre la dismenorrea primaria en mujeres jóvenes. Estudiantes universitarias con diagnóstico de dismenorrea primaria fueron asignadas a un grupo sin intervención o a un programa de HIIT de 10 semanas, monitorizando la intensidad mediante frecuencia cardíaca y percepción subjetiva del esfuerzo. Se evaluaron síntomas premenstruales, malestar menstrual, dolor, condición física, marcadores bioquímicos, hormonales y niveles de prostaglandinas antes y después de la intervención. El grupo HIIT mostró reducciones significativas en síntomas premenstruales (ira, ansiedad, depresión, fatiga), malestar menstrual (calambres, dolor, hinchazón) y severidad del dolor, asociadas a una modulación favorable de hormonas reproductivas y del estrés, así como disminución de proteína C reactiva y prostaglandinas, lo que sugiere una reducción de la inflamación y de las contracciones uterinas. Además, se observaron mejoras en la resistencia cardiovascular y fuerza explosiva. Estos resultados respaldan el HIIT como una estrategia complementaria eficaz para el manejo de la dismenorrea primaria, con potencial para integrarse en programas de promoción de la salud femenina, aunque se requieren estudios adicionales para confirmar su efectividad en otros contextos y poblaciones (W.-C. Huang et al., 2022).

5.7. HIIT EN LESIONES MUSCULOESQUELÉTICAS

Un estudio aleatorizado comparó la eficacia del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) frente a los programas tradicionales de

rehabilitación en la recuperación de lesiones musculoesqueléticas. Ochenta adultos con diferentes tipos de lesiones fueron asignados a un programa supervisado de HIIT o a rehabilitación convencional durante seis semanas, con tres sesiones semanales. Se evaluaron dolor, rango de movimiento, fuerza muscular y funcionalidad antes y después de la intervención. Ambos grupos mostraron mejoras significativas; sin embargo, el grupo HIIT presentó una mayor reducción del dolor, evidenciada por una disminución más pronunciada en la escala visual analógica, y logró mejores resultados funcionales, incluyendo una mayor rapidez en la prueba Timed Up and Go y un mayor incremento en la distancia del Single Leg Hop. Estos hallazgos indican que la incorporación de HIIT en los protocolos de rehabilitación musculoesquelética puede acelerar la recuperación, optimizar el control del dolor y potenciar la funcionalidad, posicionándose como una alternativa eficiente frente a la rehabilitación tradicional (M et al., 2024).

5.8. LIMITACIONES

Una de las limitaciones principales de esta revisión, y de los estudios que la componen, es que los protocolos de ejercicio investigados presentan una elevada heterogeneidad entre sí. Del mismo modo, la extrapolación de los resultados vistos no es posible sin más ensayos clínicos que corroboren el uso de HIIT como un tipo de ejercicio seguro y la personalización de protocolos específicos para cada patología como se ha hecho con el ejercicio aeróbico o de baja intensidad.

6. CONCLUSIÓN

La evidencia actual respalda al entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) como intervención eficaz y segura para mejorar la calidad del sueño y diversos parámetros clínicos en múltiples condiciones patológicas. Los metaanálisis demuestran mejoras significativas en el Índice de Calidad del Sueño de Pittsburgh (PSQI), particularmente con protocolos que superan 16 minutos por sesión, se extienden más de ocho semanas y se realizan hasta tres veces semanalmente.

No obstante, el momento de realización es crucial: el ejercicio intenso dentro de las cuatro horas previas al sueño puede retrasar su inicio y reducir su duración, especialmente en individuos con cronotipos vespertinos.

En el ámbito clínico, el HIIT muestra beneficios multifacéticos. Para la fibromialgia, combina reducción del dolor y mejora funcional equiparable al ejercicio moderado, aunque este último ofrece ventajas adicionales en composición corporal. Aunque en dolor lumbar crónico inespecífico no se observan diferencias significativas entre intensidades, en trastornos temporomandibulares el HIIT requiere personalización basada en características individuales. En dismenorrea primaria, disminuye síntomas menstruales, marcadores inflamatorios (como PGE2 y PGF2α) y mejora la condición física mediante modulación hormonal. Destaca su superioridad frente a programas tradicionales en rehabilitación musculoesquelética, acelerando la recuperación funcional, y su papel en la mejora de la capacidad cardiorrespiratoria en artritis inflamatoria sin exacerbar la actividad patológica.

En conjunto, estos hallazgos posicionan al HIIT como una alternativa prometedora y versátil tanto en la promoción de la salud general y la calidad del sueño, como en el manejo complementario de una amplia variedad de patologías. No obstante, se requieren más estudios de alta calidad metodológica que permitan optimizar los protocolos de intervención, clarificar los mecanismos fisiológicos subyacentes y definir las indicaciones precisas para cada población.

7. REFERENCIAS

- Aseem, A., Chaudhry, N., & Hussain, M. E. (2021). Effect of moderate intensity aerobic exercise training on electrophysiological and biochemical correlates of sleep. *Sport Sciences for Health*, 17(4), Article 4.
<https://doi.org/10.1007/s11332-021-00746-7>
- Assefa, S. Z., Diaz-Abad, M., Wickwire, E. M., & Scharf, S. M. (2015). The Functions of Sleep. *AIMS Neuroscience*, 2(3), Article 3.
<https://doi.org/10.3934/Neuroscience.2015.3.155>
- Atan, T., & Karavelioglu, Y. (2020). Effectiveness of High-Intensity Interval Training vs Moderate-Intensity Continuous Training in Patients With Fibromyalgia: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 101(11), Article 11.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.05.022>

- Bonato, M., La Torre, A., Saresella, M., Marventano, I., Merati, G., Banfi, G., & Vitale, J. A. (2020). Effect of High-Intensity Interval Training Versus Small-Sided Games Training on Sleep and Salivary Cortisol Level. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(9), Article 9. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0498>
- Bonato, M., La Torre, A., Saresella, M., Marventano, I., Merati, G., & Vitale, J. A. (2017). Salivary cortisol concentration after high-intensity interval exercise: Time of day and chronotype effect. *Chronobiology International*, 34(6), Article 6. <https://doi.org/10.1080/07420528.2017.1311336>
- Buman, M. P., Phillips, B. A., Youngstedt, S. D., Kline, C. E., & Hirshkowitz, M. (2014). Does nighttime exercise really disturb sleep? Results from the 2013 National Sleep Foundation Sleep in America Poll. *Sleep Medicine*, 15(7), Article 7. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2014.01.008>
- Coelho, A. C. S., Dourado, J. F., & Lima, P. O. de P. (2025). High-intensity and low-intensity Pilates have similar effects on pain and disability in people with chronic non-specific low back pain: A randomised trial. *Journal of Physiotherapy*, 71(2), Article 2. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2025.03.002>
- Dew, M. A., Hoch, C. C., Buysse, D. J., Monk, T. H., Begley, A. E., Houck, P. R., Hall, M., Kupfer, D. J., & Reynolds, C. F. (2003). Healthy older adults' sleep predicts all-cause mortality at 4 to 19 years of follow-up. *Psychosomatic Medicine*, 65(1), Article 1. <https://doi.org/10.1097/01.psy.0000039756.23250.7c>
- Fábrega-Cuadros, R., Cruz-Díaz, D., Martínez-Amat, A., Aibar-Almazán, A., Redecillas-Peiró, M. T., & Hita-Contreras, F. (2020). Associations of sleep and depression with obesity and sarcopenia in middle-aged and older adults. *Maturitas*, 142, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2020.06.019>
- Frimpong, E., Mograss, M., Zvionow, T., & Dang-Vu, T. T. (2021). The effects of evening high-intensity exercise on sleep in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 60, 101535. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2021.101535>
- Huang, B., Niu, Y., Zhao, W., Bao, P., & Li, D. (2020). Reduced Sleep in the Week Prior to Diagnosis of COVID-19 is Associated with the Severity of COVID-19. *Nature and Science of Sleep*, 12, 999-1007. <https://doi.org/10.2147/NSS.S263488>
- Huang, B.-H., Duncan, M. J., Cistulli, P. A., Nassar, N., Hamer, M., & Stamatakis, E. (2022). Sleep and physical activity in relation to all-cause, cardiovascular disease and cancer mortality risk. *British Journal of Sports Medicine*, 56(13), Article 13. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104046>

- Huang, W.-C., Chiu, P. C., & Ho, C. H. (2022). The Sprint-Interval Exercise Using a Spinning Bike Improves Physical Fitness and Ameliorates Primary Dysmenorrhea Symptoms Through Hormone and Inflammation Modulations: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Sports Science & Medicine*, 21(4), Article 4. <https://doi.org/10.52082/jssm.2022.595>
- Imboden, C., Gerber, M., Beck, J., Eckert, A., Lejri, I., Pühse, U., Holsboer-Trachsler, E., & Hatzinger, M. (2021). Aerobic Exercise and Stretching as Add-On to Inpatient Treatment for Depression Have No Differential Effects on Stress-Axis Activity, Serum-BDNF, TNF-Alpha and Objective Sleep Measures. *Brain Sciences*, 11(4), 411. <https://doi.org/10.3390/brainsci11040411>
- Kelly, M. E., Loughrey, D., Lawlor, B. A., Robertson, I. H., Walsh, C., & Brennan, S. (2014). The impact of exercise on the cognitive functioning of healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 16, 12-31. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2014.05.002>
- Klavina, A., Ceseiko, R., Campa, M., Jermolenko, G. F., Eglitis, K., Llorente, A., & Linē, A. (2024). The Effect of High-Intensity Interval Training on Quality of Life and Incidence of Chemotherapy Side Effects in Women With Breast Cancer. *Integrative Cancer Therapies*, 23, 15347354241297385. <https://doi.org/10.1177/15347354241297385>
- Kopasz, M., Loessl, B., Hornyak, M., Riemann, D., Nissen, C., Piosczyk, H., & Voderholzer, U. (2010). Sleep and memory in healthy children and adolescents—A critical review. *Sleep Medicine Reviews*, 14(3), Article 3. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2009.10.006>
- Kredlow, M. A., Capozzoli, M. C., Hearon, B. A., Calkins, A. W., & Otto, M. W. (2015). The effects of physical activity on sleep: A meta-analytic review. *Journal of Behavioral Medicine*, 38(3), Article 3. <https://doi.org/10.1007/s10865-015-9617-6>
- Lee, S. (2022). Naturally Occurring Consecutive Sleep Loss and Day-to-Day Trajectories of Affective and Physical Well-Being. *Annals of Behavioral Medicine: A Publication of the Society of Behavioral Medicine*, 56(4), Article 4. <https://doi.org/10.1093/abm/kaab055>
- Lovato, N., & Lack, L. (2019). Insomnia and mortality: A meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 43, 71-83. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2018.10.004>
- M, K., Josyula, S., S, J. A., M, N., J, H., J, V., P, K., & Alagesan, J. (2024). Comparative analysis of high-intensity interval training and traditional rehabilitation programs for accelerated recovery from musculoskeletal injuries. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 37(2), Article 2. <https://doi.org/10.3233/BMR-230146>

- MacInnis, M. J., Zacharewicz, E., Martin, B. J., Haikalas, M. E., Skelly, L. E., Tarnopolsky, M. A., Murphy, R. M., & Gibala, M. J. (2017). Superior mitochondrial adaptations in human skeletal muscle after interval compared to continuous single-leg cycling matched for total work. *The Journal of Physiology*, 595(9), Article 9. <https://doi.org/10.1113/JP272570>
- Martland, R., Mondelli, V., Gaughran, F., & Stubbs, B. (2020). Can high-intensity interval training improve physical and mental health outcomes? A meta-review of 33 systematic reviews across the lifespan. *Journal of Sports Sciences*, 38(4), Article 4. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1706829>
- Nordén, K. R., Semb, A. G., Dagfinrud, H., Hisdal, J., Sexton, J., Fongen, C., Bakke, E., Ødegård, S., Skandsen, J., Blanck, T., Metsios, G. S., & Tveter, A. T. (2024). Effect of high-intensity interval training in physiotherapy primary care for patients with inflammatory arthritis: The ExeHeart randomised controlled trial. *RMD Open*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.1136/rmdopen-2023-003440>
- Stutz, J., Eiholzer, R., & Spengler, C. M. (2019). Effects of Evening Exercise on Sleep in Healthy Participants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 49(2), Article 2. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1015-0>
- Thomas, C., Jones, H., Whitworth-Turner, C., & Louis, J. (2020). High-intensity exercise in the evening does not disrupt sleep in endurance runners. *European Journal of Applied Physiology*, 120(2), Article 2. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04280-w>
- Vella, C. A., Taylor, K., & Drummer, D. (2017). High-intensity interval and moderate-intensity continuous training elicit similar enjoyment and adherence levels in overweight and obese adults. *European Journal of Sport Science*, 17(9), 1203-1211. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1359679>
- Verma, A., Sayed Abdul, N., Bhagawati, A., Saikia, T., Bhattacharya, A., Rajendra Joshi, P., Shivakumar, S., & C, S. G. (2024). Exploring the Association Between Physical Fitness (High Intensity and Low Intensity) and the Incidence of Temporomandibular Disorders: A Comparative Study. *Cureus*, 16(8), Article 8. <https://doi.org/10.7759/cureus.66047>
- Vlahoyiannis, A., Aphas, G., Eddin, D. A., & Giannaki, C. D. (2021). The effect of evening cycling at different intensities on sleep in healthy young adults with intermediate chronobiological phenotype: A randomized, cross-over trial. *Journal of Sports Sciences*, 39(2), Article 2. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1812194>

- Watson, N. F., Badr, M. S., Belenky, G., Bliwise, D. L., Buxton, O. M., Buysse, D., Dinges, D. F., Gangwisch, J., Grandner, M. A., Kushida, C., Malhotra, R. K., Martin, J. L., Patel, S. R., Quan, S. F., & Tasali, E. (2015). Recommended Amount of Sleep for a Healthy Adult: A Joint Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. *Sleep*, 38(6), 843-844. <https://doi.org/10.5665/sleep.4716>
- Weston, K. S., Wisløff, U., & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), Article 16. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092576>
- Youngstedt, S. D., O'Connor, P. J., & Dishman, R. K. (1997). The Effects of Acute Exercise on Sleep: A Quantitative Synthesis. *Sleep*, 20(3), Article 3. <https://doi.org/10.1093/sleep/20.3.203>
- Yue, T., Liu, X., Gao, Q., & Wang, Y. (2022). Different Intensities of Evening Exercise on Sleep in Healthy Adults: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Nature and Science of Sleep*, 14, 2157-2177. <https://doi.org/10.2147/NSS.S388863>

¿INTERVENCIÓN TÉCNICA O EXPERIENCIA TERAPÉUTICA? EL ROL DE LA SUPERVISIÓN EN EL TRATAMIENTO BASADO EN EJERCICIO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO NO ESPECÍFICO: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA CON METAANÁLISIS

LAURA BLANCO HERAS
Universidad de Sevilla

ÁLVARO-JOSÉ RODRÍGUEZ-DOMÍNGUEZ
CU San Isidoro, Universidad Pablo de Olavide

1. INTRODUCCIÓN

El dolor lumbar crónico no específico (DLCNE) constituye uno de los mayores desafíos en el ámbito de la medicina musculoesquelética y la fisioterapia (Hartvigsen et al., 2018). Reconocido como una de las principales causas de discapacidad a nivel mundial, su prevalencia creciente lo convierte en uno de los principales problemas de salud pública, con repercusiones significativas tanto en la calidad de vida de los individuos como en la sostenibilidad de los sistemas de atención sanitaria (Zemendikun et al., 2024). En el año 2020, se estimó que aproximadamente 619 millones de personas padecían dolor lumbar, y las proyecciones indican que esta cifra podría alcanzar los 843 millones para 2050 debido, principalmente, al envejecimiento poblacional y al aumento demográfico (Chen et al., 2022). Se calcula que alrededor del 80% de la población experimentará algún episodio de dolor lumbar a lo largo de su vida, y una proporción considerable de estos casos evolucionará hacia una forma crónica (Urits et al., 2019). Esta cronificación se asocia a un notable incremento en los costes sanitarios y sociales, así como a un deterioro funcional y psicosocial que compromete gravemente la autonomía y bienestar de las personas afectadas (Alhowimel et al., 2021).

En este contexto, las guías de práctica clínica actuales respaldan firmemente el ejercicio terapéutico como una de las estrategias más eficaces y recomendadas para el manejo del DLCNE (Airaksinen et al., 2006). Diversas modalidades, incluyendo ejercicios de control motor, fortalecimiento, estabilización lumbopélvica y ejercicio aeróbico, han demostrado beneficios consistentes en la reducción del dolor y la mejora de la capacidad funcional (Li et al., 2023). Sin embargo, a pesar de la evidencia existente que respalda su eficacia, los resultados clínicos varían considerablemente entre los estudios, lo que indica que podrían intervenir factores moduladores importantes que aún no han sido plenamente investigados (Cecchi F. et al., 2014; Jakobsen et al., 2017).

Uno de estos factores es el grado de supervisión durante su implementación. La presencia activa del fisioterapeuta a lo largo de las sesiones puede resultar beneficiosa para asegurar una ejecución técnica adecuada, además de potenciar elementos clínicamente relevantes como la adherencia al programa, la motivación del paciente, la percepción de autoeficacia y el fortalecimiento de la alianza terapéutica (Grande et al., 2025). Sin embargo, las intervenciones no supervisadas, como los programas domiciliarios, también presentan ventajas significativas, ya que pueden facilitar el acceso al tratamiento, reducir los costos asociados, promover la autonomía del paciente y favorecer la integración del ejercicio en la vida diaria (Bennell et al., 2021).

Lejos de representar estrategias excluyentes, ambos modelos pueden ofrecer beneficios complementarios según las características, preferencias y contexto del paciente. De hecho, la literatura actual no ha demostrado de forma concluyente una superioridad clínica consistente de un enfoque respecto al otro, particularmente cuando se evalúan desenlaces objetivos como la intensidad del dolor y la funcionalidad.

2. OBJETIVOS

La presente revisión sistemática con metaanálisis tiene como objetivo comparar la eficacia de las intervenciones basadas en ejercicio supervisadas frente a aquellas no supervisadas en pacientes con DLCNE respecto a la intensidad de dolor y la funcionalidad.

3. METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión sistemática con metaanálisis siguiendo las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (Page et al., 2021).

La búsqueda se realizó desde el inicio de la base de datos hasta el 20 de octubre de 2024. Las bases de datos seleccionadas fueron Pubmed, SportDiscus, PEDRO, Dialnet, Web of Science (WoS), Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL) y Scopus.

3.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Los criterios de inclusión siguieron la estrategia PICOS (participantes, intervenciones, comparadores, resultados, diseño del estudio):

- Tipo de estudio: ensayos clínicos aleatorizados (ECAs).
- Participantes: adultos con dolor lumbar crónico no específico (definido como dolor localizado entre el margen costal inferior y los pliegues glúteos, sin causa específica identificable, con una duración superior a 12 semanas) (Krismer & van Tulder, 2007).
- Intervenciones: Estudios que incluyan cualquier forma de intervención basada en ejercicio.
- Comparadores: cualquier forma de intervención basada en ejercicio que difiera de la primera en la presencia o no de supervisión.
- Resultados: intensidad del dolor y/o funcionalidad

Se excluyeron los ensayos publicados en idiomas distintos al inglés o español, así como los ensayos que combinaran el ejercicio con modalidades de tratamiento pasivo, a menos que esta se aplique en ambos grupos.

3.2. EXTRACCIÓN DE DATOS Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD

Un revisor (L.B-H) realizó la selección de los estudios y la extracción de los datos. Se consultó a un segundo revisor (A-J.R-D.) en caso de duda.

En general, los datos recogidos fueron la media y la desviación estándar para cada tratamiento y periodo estudiado. Dada la existencia de estudios que proporcionaron otro tipo de medidas (como la mediana y rango intercuartílico), se realizaron estimaciones previas para obtener una aproximación de la media y la desviación estándar a partir de los datos.

Se utilizó un formulario estandarizado para la extracción de datos, en el que se abordaron los participantes, los criterios diagnósticos, el tipo de intervención, el tiempo de seguimiento y los resultados obtenidos.

3.3. RIESGO DE SESGO

La calidad metodológica se evaluó mediante la escala PEDro (Maher et al., 2003). Los estudios incluidos se clasificaron según puntuaciones de 9 o 10, 6 a 8 y ≤ 5 en la escala PEDro y se interpretaron como de calidad excelente, buena y regular, respectivamente (Ghai et al., 2018).

3.4. SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos fueron analizados mediante una síntesis narrativa y, siempre que fue posible, a través de un metaanálisis. Para los metaanálisis que combinaron diferentes medidas de resultado, se calculó la diferencia de medias estandarizada (SMD) y su error estándar, con el fin de permitir la comparación entre estudios.

Se llevaron a cabo metaanálisis separados para cada desenlace primario de interés, específicamente para las variables funcionalidad e intensidad del dolor. Se utilizó un modelo de efectos aleatorios para todos los metaanálisis, dada la variabilidad clínica y metodológica entre los estudios incluidos. La heterogeneidad estadística fue evaluada mediante el estadístico I^2 y la prueba de χ^2 , considerando valores de $I^2 > 50\%$ y/o $p < 0.05$ como indicativos de heterogeneidad sustancial.

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software Review Manager (RevMan), versión 5.4.1. Se generó un diagrama de bosque para cada metaanálisis con el fin de representar visualmente los efectos combinados y sus intervalos de confianza.

4. RESULTADOS

La Figura 1 muestra el proceso de selección de los estudios incluidos. Se incluyeron nueve artículos tanto en la síntesis narrativa como en la síntesis cuantitativa (Tabla 1).

FIGURA 1. Diagrama de flujo PRISMA

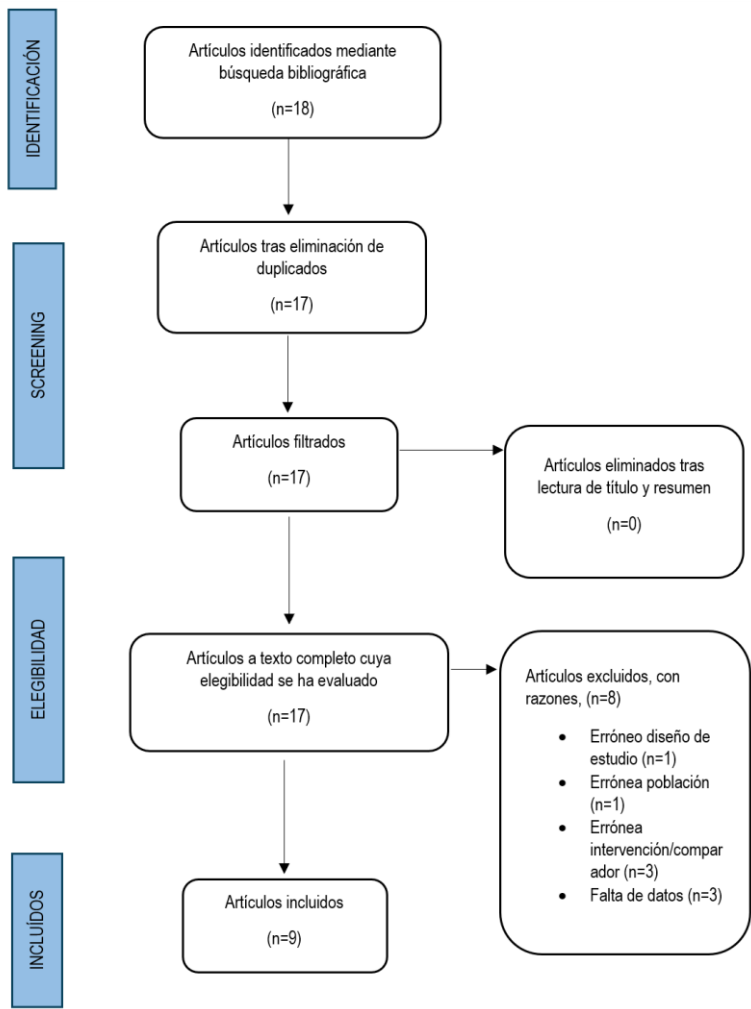


TABLA 1. *Características de los estudios incluidos*

Estudio	Muestra	Intervención	Medida de resultado y seguimiento	Resultados reportados
Matarán-Peñarrocha et al., 2020	n = 64 GS: 32 GNS: 32 Edad media: 54 ± 7.88 años; País: España	GS: ejercicios de estabilidad lumbopélvica supervisados en clínica. GNS: mismos ejercicios sin supervisión en domicilio	Intensidad de dolor: VAS Funcionalidad: ODI. Seguimiento: 8 semanas y 6 meses.	GS mejoró más el dolor y la discapacidad a corto y largo plazo pero sin diferencias clínicamente relevantes.
Baghani et al., 2023	n = 30 GS: 15 GNS: 15 Edad media: 46.30 ± 7.20 años País: Irán	GS: ejercicios de estabilización tipo McGill supervisados en grupo. GNS: mismos ejercicios sin supervisión en domicilio	Intensidad de dolor: VAS Funcionalidad: Quebec questionnaire Seguimiento: 6 semanas	GS mejoró el dolor y la discapacidad tanto como GNS.
Karaduman et al., 2024	n = 66 GS: 22 GTS: 22 GNS: 22 Edad media: 45.59 ± 14.03 años Turquía	GS: ejercicios de estabilización supervisados presencialmente. GTS: mismos ejercicios telesupervisados en domicilio. GNS: mismos ejercicios sin supervisión en domicilio.	Intensidad de dolor: VAS Funcionalidad: ODI Seguimiento: 4 semanas	Todos mejoraron. GS superior en funcionalidad frente a GTS y GNS.
Fanuscu et al., 2024	n = 42 GS: 21 GNS: 21 Edad media: 39.6 ± 10.7 años Turquía	GS: ejercicios de control motor supervisados GNS: mismos ejercicios sin supervisión en domicilio	Intensidad de dolor: VAS Funcionalidad: ODI Seguimiento: 8 semanas, 1 y 3 meses.	Efectos similares entre grupos. GNS igual de eficaz GS en dolor y discapacidad
López-Marcos et al., 2024	n = 98 GS: 49 GNS: 49 Edad media: 49,2 ± 10,5 años España	GS: ejercicio terapéutico supervisado. GNS: mismos ejercicios a través de app, sin supervisión presencial.	Intensidad de dolor: NPRS Funcionalidad: ODI Seguimiento: 4 y 12 semanas.	Sin diferencias en dolor o discapacidad.

Villatoro-Luque et al., 2023	n = 78 GS: 39 GNS: 39 Edad media: 43.40 ± 10.62 años España	GS: ejercicio terapéutico + educación del dolor supervisados en clínica. GNS: mismos ejercicios + educación en dolor sin supervisión en domicilio.	Intensidad de dolor: VAS Funcionalidad: ODI Seguimiento: 8 semanas y 3 meses.	GS mejoró el dolor y la discapacidad tanto como GNS.
Blanchard et al., 2022	n = 27 GS: 15 GNS: 13 Edad media: 43.35 ± 13.14 años Francia	GS: estiramientos supervisados por fisioterapia. GNS: estiramientos guiados por robot humanoide.	Intensidad de dolor: VAS Funcionalidad: RMDQ Seguimiento: 3 semanas.	Resultados similares en dolor y discapacidad.
Shi et al., 2024	n = 54 GS: 27 GNS: 27 Edad media: 38.67 ± 10.90 años China	GS: ejercicios de fuerza + estiramientos supervisados. GNS: mismos ejercicios no supervisados	Intensidad de dolor: VAS Funcionalidad: ODI Seguimiento: 8 semanas	Mejoras significativas en ambos. No hubo diferencias significativas entre grupos.
Dadarkhah et al., 2021	n = 56 GS: 28 GNS: 28 Edad media: 49.5 ± 8.87 años Irán	GS: ejercicios de estabilización lumbopélvica supervisados. GNS: mismos ejercicios no supervisados	Intensidad de dolor: VAS Funcionalidad: ODI Seguimiento: 3 meses	Efectos similares entre grupos. GNS igual de eficaz GS en dolor y discapacidad

GS: grupo supervisado, GNS: grupo no supervisado, GTS: grupo telesupervisado, VAS: Visual Analogue Scale, NPRS: Numeric Pain Rating Scale, ODI: Oswestry Disability Index, RMDQ: Roland-Morris Disability Questionnaire.

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS

Los estudios incluidos en esta revisión fueron publicados entre 2021 y 2024, y consisten en ensayos clínicos aleatorizados centrados en personas con DLCNE.

El tamaño total de la muestra fue de 515 participantes, con un rango por estudio entre 30 y 98 sujetos. La edad promedio de los participantes fue de aproximadamente 45 años, con rangos comprendidos entre los 18 y 65 años. La mayoría de los estudios incluyó exclusivamente mujeres o muestras con predominio femenino.

Geográficamente, los estudios se realizaron en Europa (España, Francia, Turquía) y Asia (China, Irán), lo que aporta una perspectiva diversa en cuanto a sistemas de salud y contextos socioculturales.

La duración de los programas osciló entre 3 y 8 semanas, con frecuencias de 2 a 3 sesiones semanales. Las tasas de finalización fueron generalmente altas, superando el 80 % en la mayoría de los casos.

Las variables de resultado evaluadas incluyeron intensidad del dolor (medida a través de la *Visual Analogue Scale* o la *Numeric Pain Rating Scale*) y discapacidad (medida a través del *Owestry Disability Index* o el *Roland-Morris Disability Questionnaire*). Además, los ensayos incluyeron otras medidas de resultado como la calidad de vida (SF-36, Perfil de Salud de Nottingham), factores psicológicos (kinesiofobia, creencias de evitación por miedo al movimiento, catastrofismo), y/o el rango de movimiento.

La supervisión se brindó de manera presencial por un fisioterapeuta, o bien fue suprimida o sustituida por herramientas digitales (aplicaciones móviles, robots humanoides).

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS INTERVENCIONES

La duración de las intervenciones analizadas en los nueve estudios incluidos varió entre 3 y 8 semanas. Cuatro estudios aplicaron programas de 8 semanas de duración (Fanuscu et al., 2024; Matarán-Peñarrocha et al., 2020; Shi et al., 2024; Villatoro-Luque et al., 2023), un estudio incluyó un programa de intervención de 3 semanas de duración (Blanchard et al., 2022), tres estudios incluyeron programas de 4 semanas (Dadarkhah et al., 2021; Karaduman & Ataş Balci, 2023; López-Marcos et al., 2024) y, finalmente, uno de ellos incluyó un programa de intervención de 6 semanas de duración (Baghani et al., 2023).

Las sesiones de ejercicio, de entre 30 y 60 minutos, incluyeron habitualmente una fase de calentamiento, un bloque central de trabajo (control motor, estabilización o fuerza del tronco) y una fase final de enfriamiento o estiramientos. Las intervenciones fueron aplicadas bajo diferentes modalidades de supervisión en todos los estudios incluidos; supervisión presencial y no supervisión, salvo en uno de los estudios que también incluyó un grupo que realizó ejercicio telesupervisado (Karaduman & Ataş Balci, 2023) cuyos resultados no fueron incluidos en los metanálisis.

El tipo de ejercicios también mostró heterogeneidad. Tres estudios llevaron a cabo ejercicios de estabilidad lumbopélvica (Dadarkhah et al., 2021; Karaduman & Ataş Balci, 2023; Matarán-Peñarrocha et al., 2020), uno de ellos ejercicios de estabilización tipo McGill (Baghani et al., 2023), tres estudios ejercicio terapéutico combinado (López-Marcos et al., 2024; Shi et al., 2024; Villatoro-Luque et al., 2023), un estudio ejercicios de estiramientos (Blanchard et al., 2022) y un estudio ejercicios de control motor (Fanuscu et al., 2024). Por último, solo uno de ellos incorporó, elementos de tratamiento pasivos, concretamente componentes educativos combinados con ejercicio terapéutico (Villatoro-Luque et al., 2023).

4.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD

En general, la calidad metodológica de los ensayos incluidos fue buena. Los nueve estudios incluidos en esta revisión sistemática obtuvieron una puntuación > 5 en la escala PEDro. Ninguno de los ECAs incluidos cumplió los criterios de calidad relacionados con el cegamiento de pacientes y terapeutas. Sin embargo, este cegamiento no es posible en los ensayos que incluyen el ejercicio como intervención. Todos los artículos cumplieron los criterios de calidad relacionados con la especificación de los criterios de selección, la asignación aleatoria, la homogeneidad de los grupos al inicio del estudio y la provisión de medidas específicas para al menos un resultado clave (Tabla 2).

TABLA 2. *Resumen de los resultados de la escala PEDro de riesgo de sesgo para ensayos aleatorizados.*

Ref.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	PEDro
Baghani et al. (2023)	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	No	Si	Si	6/11
Blanchard et al. (2022)	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	8/11
Dadarkhah et al. (2021)	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	No	Si	Si	6/11
Fanuscu et al. (2024)	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	7/11
Karaduman et al. (2024)	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	7/11
López-Marcos et al. (2024)	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	7/11
Matarán-Peñarrocha et al. (2020)	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	9/11
Shi et al. (2024)	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	7/11
Villatoro-Luque et al. (2023)	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	8/11

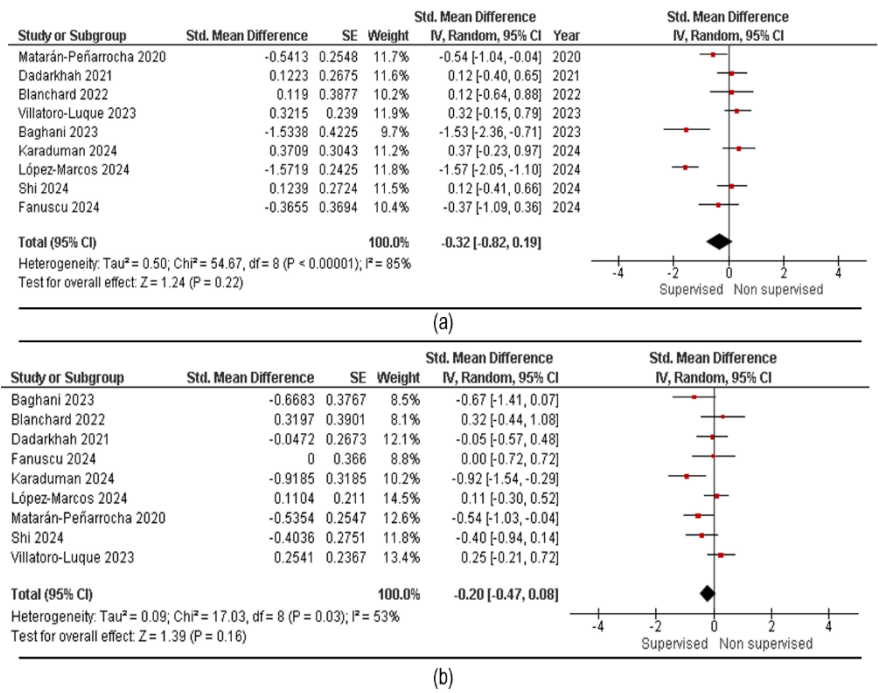
4.4. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO

Los metaanálisis (Figura 2) representan el tamaño del efecto de cada estudio por variable. Además, muestran si los efectos de cada estudio favorecen al grupo supervisado o al no supervisado.

Para la intensidad del dolor, también se incluyeron nueve estudios, observándose una tendencia no significativa hacia una mayor reducción del dolor en el grupo supervisado (SMD = -0.32; IC 95%: -0.82 a 0.19; p = 0.22), con alta heterogeneidad entre estudios (I² = 85%).

Para la funcionalidad, se incluyeron nueve estudios (n total), encontrando un efecto a favor del ejercicio supervisado (SMD = -0.20; IC95%: -0.47 a 0.08; p = 0.16), aunque no estadísticamente significativo. La heterogeneidad fue moderada (I² = 53%).

FIGURA 2. Diagramas de bosque de la comparación entre los grupos de la diferencia después de la intervención: (a) intensidad de dolor, (b) funcionalidad.



5. DISCUSIÓN

Nuestros hallazgos muestran que no parece haber diferencias entre las intervenciones de ejercicio terapéutico supervisadas y no supervisadas en cuanto a la mejora de la funcionalidad y la reducción de la intensidad del dolor en pacientes con DLCNE. Esta evidencia refuerza la efectividad de los programas de ejercicio autogestionados, lo cual es relevante dada su accesibilidad, sostenibilidad y promoción de la autonomía del paciente.

Estos resultados coinciden con estudios previos. Quentin et al. (2021), en un metaanálisis con más de 9.500 pacientes, concluyeron que los programas de ejercicio domiciliarios pueden generar mejoras clínicas comparables a las obtenidas en entornos supervisados, especialmente cuando el contenido del ejercicio está bien estructurado y adaptado a la condición del paciente. De la misma forma, Scholz et al. (2024) demostraron que las intervenciones autoadministradas mediante plataformas digitales tienen un efecto estadísticamente significativo en la reducción de la intensidad del dolor y la mejora funcional en personas con DLCNE, lo que subraya el potencial de estas herramientas como complemento o alternativa a la supervisión tradicional. En esta misma línea, un metaanálisis reciente centrado en pacientes con artrosis de rodilla demostró que los programas de rehabilitación domiciliaria ofrecen resultados comparables a los de la rehabilitación convencional, tanto en términos de funcionalidad como de dolor, reforzando la viabilidad clínica de intervenciones no presenciales bien diseñadas para otras condiciones musculoesqueléticas crónicas (Pasqualotto et al., 2025)

Desde una perspectiva clínica, estos resultados respaldan la implementación de programas de ejercicio autónomos como una opción eficaz, mostrando que es viable implementar programas de ejercicio realizados de forma autónoma, con beneficios comparables a los obtenidos en intervenciones supervisadas. Este enfoque promueve la autogestión, la independencia funcional y la integración del tratamiento en la vida diaria del individuo. Además, se alinea con el modelo biopsicosocial del abordaje del dolor crónico, que enfatiza la contextualización del tratamiento, así como la participación activa del paciente en su proceso de recuperación. No obstante, uno de los desafíos frecuentes en este tipo

de intervenciones es lograr una adherencia sostenida al programa de ejercicios, aspecto crucial para alcanzar resultados clínicos positivos.

En este sentido, Beinart et al. (2013) identificaron que la supervisión presencial se asocia con una mayor adherencia a los programas domiciliarios y subrayan, además, la importancia de incorporar estrategias motivacionales para fomentar el cumplimiento del tratamiento. Esto sugiere que una intervención combinada que integre elementos de supervisión con componentes de automanejo podría ser una alternativa eficaz para promover tanto la adherencia como la autonomía del paciente. Del mismo modo, Grande et al. (2025) evidenciaron que el apoyo profesional y la validación del esfuerzo percibido por parte del fisioterapeuta actúan como factores clave para sostener la participación en programas de ejercicio a lo largo del tiempo.

En conjunto, estos hallazgos sugieren que una estrategia combinada, que combine la supervisión profesional con el ejercicio autogestionado, podría optimizar la adherencia del paciente sin renunciar a la flexibilidad que ofrecen las intervenciones no supervisadas.

Por otra parte, esta revisión sistemática con metaanálisis presenta ciertas limitaciones que deben tenerse en cuenta al interpretar los hallazgos. En primer lugar, no se llevó a cabo una evaluación sistemática de la adherencia a los programas de ejercicio, en parte debido a que muchos de los estudios incluidos no informaron esta variable. Esto representa una limitación metodológica relevante, dado que la adherencia constituye un factor determinante en la eficacia de las intervenciones de ejercicio. En segundo lugar, ninguno de los estudios incluidos implementó el cegamiento de pacientes ni de terapeutas. Aunque esta limitación es habitual en investigaciones que evalúan intervenciones de ejercicio debido a la imposibilidad práctica de aplicar un cegamiento completo, implica un riesgo de sesgo que debe considerarse al analizar los resultados. Por último, los hallazgos de esta revisión se restringen a pacientes con dolor lumbar crónico no específico. En consecuencia, no pueden generalizarse a otras poblaciones con dolor musculoesquelético, ya que diferentes condiciones clínicas pueden presentar mecanismos fisiopatológicos y respuestas terapéuticas distintas.

6. CONCLUSIONES

Los resultados de esta revisión sistemática con metaanálisis muestran que no existen diferencias clínicamente relevantes entre el ejercicio terapéutico supervisado y no supervisado en pacientes con dolor lumbar crónico no específico. Ambas modalidades son eficaces para mejorar la funcionalidad y reducir la intensidad del dolor.

Estos hallazgos respaldan el uso de programas de ejercicio autogestionado como una alternativa válida en contextos donde la supervisión no sea viable, siempre que se garantice una adecuada estructuración del tratamiento. No obstante, la combinación de supervisión profesional con componentes de automanejo podría optimizar la adherencia y los resultados clínicos.

Futuros estudios deberían explorar qué perfiles de pacientes se benefician más de cada enfoque y cómo maximizar la adherencia a largo plazo.

7. REFERENCIAS

- Airaksinen, O., Brox, J. I., Cedraschi, C., Hildebrandt, J., Klaber-Moffett, J., Kovacs, F., Mannion, A. F., Reis, S., Staal, J. B., Ursin, H., & Zanolli, G. (2006). Chapter 4: European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *European Spine Journal*, 15(SUPPL. 2), 192–300. <https://doi.org/10.1007/s00586-006-1072-1>
- Alhowimel, A. S., Alotaibi, M. A., Alenazi, A. M., Alqahtani, B. A., Alshehri, M. A., Alamam, D., & Alodaibi, F. A. (2021). Psychosocial Predictors of Pain and Disability Outcomes in People with Chronic Low Back Pain Treated Conservatively by Guideline-Based Intervention: A Systematic Review. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 14, 3549–3559. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S343494>
- Baghani, P., Naserpour, N., & Piri, H. (2023). Supervised Group Exercise Therapy Versus Homebased Exercise Therapy: The Effect of McGill Exercises on Pain, Disability and Trunk Stability in Middle-aged Women With Non-specific Chronic Low Back Pain. *Physical Treatments*, 13(2), 127–134. <https://doi.org/10.32598/ptj.13.2.564.1>
- Beinart, N. A., Goodchild, C. E., Weinman, J. A., Ayis, S., & Godfrey, E. L. (2013). Individual and intervention-related factors associated with adherence to home exercise in chronic low back pain: A systematic review. In *Spine Journal* (Vol. 13, Issue 12, pp. 1940–1950). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.08.027>

- Bennell, K. L., Lawford, B. J., Metcalf, B., Mackenzie, D., Russell, T., van den Berg, M., Finnin, K., Crowther, S., Aiken, J., Fleming, J., & Hinman, R. S. (2021). Physiotherapists and patients report positive experiences overall with telehealth during the COVID-19 pandemic: a mixed-methods study. *Journal of Physiotherapy*, 67(3), 201–209. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2021.06.009>
- Blanchard, A., Nguyen, S. M., Devanne, M., Simonnet, M., Le Goff-Pronost, M., & Rémy-Néris, O. (2022). Technical Feasibility of Supervision of Stretching Exercises by a Humanoid Robot Coach for Chronic Low Back Pain: The R-COOL Randomized Trial. *BioMed Research International*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/5667223>
- Cecchi F., Pasquini G., Paperini A., Boni R., Castagnoli C., Pistritto S., & Macchi C. (2014). Predictors of response to exercise therapy for chronic low back pain: result of a prospective study with one year follow-up. *Eur J Phys Rehabil Med.*, 50(2), 143–151.
- Chen, S., Chen, M., Wu, X., Lin, S., Tao, C., Cao, H., Shao, Z., & Xiao, G. (2022). Global, regional and national burden of low back pain 1990–2019: A systematic analysis of the Global Burden of Disease study 2019. *Journal of Orthopaedic Translation*, 32(September 2021), 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2021.07.005>
- Dadarkhah, A., Rezaimoghadam, F., Najafi, S., Mohebi, B., Azarakhsh, A., & Rezasoltani, Z. (2021). Remote Versus in-Person Exercise Instruction for Chronic Nonspecific Low Back Pain Lasting 12 Weeks or Longer: A Randomized Clinical Trial. *Journal of the National Medical Association*, 113(3), 278–284. <https://doi.org/10.1016/j.jnma.2020.11.016>
- Fanuscu, A., Öz, M., Özel Asliyüce, Y., Turhan, E., & Ülger, Ö. (2024). Effects of Clinic-Based and Telerehabilitation-Based Motor Control Exercises in Individuals with Chronic Low Back Pain - A Randomized Controlled Trial with 3-Month Follow-Up. *Clinical Journal of Pain*. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000001245>
- Ghai, S., Ghai, I., Schmitz, G., & Effenberg, A. O. (2018). Effect of rhythmic auditory cueing on parkinsonian gait: A systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16232-5>
- Grande, G. H. D., Vidal, R. V. C., Salini, M. C. R., Christofaro, D. G. D., & Oliveira, C. B. (2025). Barriers and Facilitators to Physical Activity and Exercise Among People With Chronic Low Back Pain: A Qualitative Evidence Synthesis. In *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (Vol. 55, Issue 5, pp. 312–330). Movement Science Media. <https://doi.org/10.2519/jospt.2025.12905>

- Hartvigsen, J., Hancock, M. J., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M. L., Genevay, S., Hoy, D., Karppinen, J., Pransky, G., Sieper, J., Smeets, R. J., Underwood, M., Buchbinder, R., Cherkin, D., Foster, N. E., Maher, C. G., van Tulder, M., Anema, J. R., Chou, R., ... Woolf, A. (2018). What low back pain is and why we need to pay attention. *The Lancet*, 391(10137), 2356–2367. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30480-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30480-X)
- Jakobsen, M. D., Sundstrup, E., Brandt, M., & Andersen, L. L. (2017). Factors affecting pain relief in response to physical exercise interventions among healthcare workers. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 27(12), 1854–1863. <https://doi.org/10.1111/sms.12802>
- Karaduman, C., & Ataş Balci, L. (2023). The effects of in-person-supervised, tele-supervised, and unsupervised stabilization exercises on pain, functionality, and kinesiophobia in patients with chronic low back pain: a randomized, single-blind trial. *Physiotherapy Theory and Practice*. <https://doi.org/10.1080/09593985.2023.2263554>
- Krismer, M., & van Tulder, M. (2007). Low back pain (non-specific). *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*, 21(1), 77–91. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2006.08.004>
- Li, Y., Yan, L., Hou, L., Zhang, X., Zhao, H., Yan, C., Li, X., Li, Y., Chen, X., & Ding, X. (2023). Exercise intervention for patients with chronic low back pain: a systematic review and network meta-analysis. In *Frontiers in Public Health* (Vol. 11). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1155225>
- López-Marcos, J. J., Díaz-Arribas, M. J., Valera-Calero, J. A., Navarro-Santana, M. J., Izquierdo-García, J., Ortiz-Gutiérrez, R. M., & Plaza-Manzano, G. (2024). The Added Value of Face-to-Face Supervision to a Therapeutic Exercise-Based App in the Management of Patients with Chronic Low Back Pain: A Randomized Clinical Trial. *Sensors*, 24(2). <https://doi.org/10.3390/s24020567>
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 83(8), 713–721.
- Matarán-Peñarrocha, G. A., Lara Palomo, I. C., Antequera Soler, E., Gil-Martínez, E., Fernández-Sánchez, M., Aguilar-Ferrándiz, M. E., & Castro-Sánchez, A. M. (2020). Comparison of efficacy of a supervised versus non-supervised physical therapy exercise program on the pain, functionality and quality of life of patients with non-specific chronic low-back pain: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 34(7), 948–959. <https://doi.org/10.1177/0269215520927076>

- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. In *The BMJ* (Vol. 372). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pasqualotto, E., Ferreira, R. O. M., Migliardi, L. S., Silva, P. H. F., Pasqualotto, T., Campos, J. C., Kaszubowski, J. de L., da Silva, S., Barros, S., & Funchal, L. F. Z. (2025). The efficacy of home-based remote rehabilitation versus usual rehabilitation for patients with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Science*. <https://doi.org/10.1016/j.jos.2025.04.003>
- Quentin, C., Bagheri, R., Ugbolue, U. C., Coudeyre, E., Pélissier, C., Descatha, A., Menini, T., Bouillon-Minois, J. B., & Dutheil, F. (2021). Effect of home exercise training in patients with nonspecific low-back pain: A systematic review and meta-analysis. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 16). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168430>
- Scholz, C., Schmigalle, P., Plessen, C. Y., Liegl, G., Vajkoczy, P., Prasser, F., Rose, M., & Obbarius, A. (2024). The effect of self-management techniques on relevant outcomes in chronic low back pain: A systematic review and meta-analysis. In *European Journal of Pain (United Kingdom)* (Vol. 28, Issue 4, pp. 532–550). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/ejp.2221>
- Shi, W., Zhang, Y., Bian, Y., Chen, L., Yuan, W., Zhang, H., Feng, Q., Zhang, H., Liu, D., & Lin, Y. (2024). The Physical and Psychological Effects of Telerehabilitation-Based Exercise for Patients With Nonspecific Low Back Pain: Prospective Randomized Controlled Trial. *JMIR MHealth and UHealth*, 12, e56580. <https://doi.org/10.2196/56580>
- Urits, I., Burshtein, A., Sharma, M., Testa, L., Gold, P. A., Orhurhu, V., Viswanath, O., Jones, M. R., Sidransky, M. A., Spektor, B., & Kaye, A. D. (2019). Low Back Pain, a Comprehensive Review: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. *CURRENT PAIN AND HEADACHE REPORTS*, 23(23), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s11916-019-0757-1>
- Villatoro-Luque, F. J., Rodríguez-Almagro, D., Aibar-Almazán, A., Fernández-Carnero, S., Pecos-Martín, D., Ibáñez-Vera, A. J., & Achalandabaso-Ochoa, A. (2023). In non-specific low back pain, is an exercise program carried out through telerehabilitation as effective as one carried out in a physiotherapy center? A controlled randomized trial. *Musculoskeletal Science and Practice*, 65. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2023.102765>

Zemedikun, D. T., Kigozi, J., Wynne-Jones, G., Guariglia, A., Nirantharakumar, K., Marshall, T., & Roberts, T. (2024). Healthcare resource utilisation and economic burden attributable to back pain in primary care: A matched case-control study in the United Kingdom. *British Journal of Pain*, 18(2), 137–147. <https://doi.org/10.1177/20494637231208364>

RELACIÓN ENTRE INSOMNIO, DOLOR CRÓNICO Y ACTIVIDAD FÍSICA EN MAQUINISTAS DEL METRO DE MADRID

LEONARDO RODRÍGUEZ LAGOS

*Grupo de Investigación Neurociencia Cognitiva,
Dolor y Rehabilitación (NECODOR). Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Rey Juan Carlos. Madrid, España.*

ALBERTO ARRIBAS ROMANO

*Grupo de Investigación Neurociencia Cognitiva,
Dolor y Rehabilitación (NECODOR). Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Rey Juan Carlos. Madrid, España*

DIEGO GIJÓN LAGO

*Grupo de Investigación Neurociencia Cognitiva,
Dolor y Rehabilitación (NECODOR). Facultad de Ciencias de la Salud.
Universidad Rey Juan Carlos. Madrid, España*

1. INTRODUCCIÓN

El dolor crónico y los trastornos del sueño, como el insomnio, suelen coexistir y amplificarse mutuamente, deteriorando significativamente la calidad de vida. La fatiga también es frecuente en esta población, especialmente en contextos laborales con alta demanda física o cognitiva. Los maquinistas del Metro de Madrid, debido a la irregularidad de sus turnos y la carga de trabajo, representan un grupo de interés para analizar el impacto del dolor persistente y del insomnio sobre la actividad física habitual.

Las enfermedades musculoesqueléticas crónicas que generan dolor constituyen un problema de salud pública a nivel mundial, afectando a más de mil millones de personas alrededor del planeta (Vos et al., 2020).

Pese a los progresos en la atención sanitaria, la prevalencia del DMC está incrementándose de manera acelerada (Liu et al., 2022). Las personas que sufren dolor musculoesquelético crónico (DMC) no solo

experimentan dolor constante, sino que también presentan una calidad de vida reducida, mayores índices de depresión y niveles superiores de discapacidad en comparación con quienes no padecen este dolor (Andersen et al., 2014).

Los trastornos del sueño, tales como la mala calidad del sueño, el insomnio o la apnea obstructiva, son también condiciones muy frecuentes en la población general y se vinculan con una menor calidad de vida, deterioro en la salud general, aumento de la depresión y reducción en la capacidad funcional, efectos que se asemejan mucho a los observados en el DMC. Estudios convergentes reportan que aproximadamente el 75% de quienes padecen DMC presentan dificultades para dormir y cerca del 44-45% cumplen criterios diagnósticos completos para un trastorno del sueño (Mathias et al., 2018; Morin & Jarrin, 2022).

La relación entre el sueño y el dolor es reconocida como bidireccional, y el sueño es considerado un factor modificable dentro del estilo de vida que ha captado considerable atención en el ámbito del dolor (Finan et al., 2013). Sin embargo, aún no se ha investigado en profundidad cómo varían los diferentes tipos de problemas o trastornos del sueño en relación con los distintos tipos de dolor musculoesquelético, ya sea localizado o generalizado, lo que representa una brecha importante en la investigación científica actual (Runge et al., 2024).

Esta interdependencia subraya la necesidad de abordajes multidimensionales que consideren tanto parámetros subjetivos como objetivos del sueño.

Investigaciones han mostrado que mejorar diversos aspectos del sueño está asociado con una disminución futura en la intensidad del dolor en personas con osteoartritis e insomnio. Asimismo, los problemas de sueño constituyen un factor pronóstico en pacientes con dolor lumbar y están relacionados con un mayor riesgo de desarrollar DMC (Vitiello et al., 2014).

Por esta razón, tratar los problemas del sueño podría ser fundamental para el manejo del DMC. No obstante, aunque la terapia cognitivo-conductual para el insomnio (TCC-I) demuestra eficacia en la mejora de parámetros subjetivos del sueño, su impacto en la modulación del dolor

permanece limitado, particularmente en condiciones como dolor lumbar y osteoartritis (Salazar-Méndez et al., 2024).

Esta discrepancia entre la evidencia observacional que relaciona el sueño con el dolor y los resultados limitados de los tratamientos indica la complejidad multidimensional del sueño, que abarca múltiples características subjetivas y objetivas que deben ser consideradas para medir y definir adecuadamente los trastornos y problemas del sueño. En cuanto a la evaluación del sueño, a menudo se utilizan auto-reportes, pero se ha demostrado que los resultados de medidas subjetivas y objetivas (como el tiempo total de sueño) difieren significativamente en personas con DMC, insomnio y en población sana (Morin et al., 2011).

La ausencia de uniformidad en las definiciones y terminologías también se refleja en investigaciones relacionadas con la TCC-I en el contexto del dolor crónico e insomnio, donde los criterios diagnósticos empleados varían considerablemente. Estas diferencias incluyen el uso de criterios diagnósticos estándar, manuales como el DSM, índices de severidad, la consideración de síntomas tanto nocturnos como diurnos, y la duración mínima requerida de los síntomas, entre otros. Aunque estas discrepancias puedan parecer sutiles, tienen un impacto significativo en la comparabilidad entre las muestras estudiadas y limitan la interpretación de los resultados en cuanto a la respuesta al tratamiento, los factores de riesgo y el pronóstico, tal como señalan Runge et al. en su reciente revisión sobre terminología y definiciones (Runge et al., 2025).

El sueño desempeña numerosas funciones biológicas fundamentales en nuestro organismo, representando un factor primordial en el mantenimiento y la mejora de la salud física y mental. A pesar de ello, muchas personas duermen menos de la cantidad recomendada o sufren trastornos del sueño. El insomnio es una condición clínica común caracterizada por dificultad para iniciar o mantener el sueño, acompañada de síntomas como irritabilidad o fatiga durante la vigilia (Baranwal et al., 2023).

El modelo etiológico 3P (predisposición, precipitación, perpetuación) explica cómo el insomnio agudo puede transformarse en crónico y sirve como base para evaluar esta condición en pacientes individuales. Los factores predisponentes, que usualmente no son modificables,

comprenden elementos genéticos y rasgos de personalidad que conducen a una hiperactivación fisiológica y cognitiva. Los factores precipitantes suelen ser eventos estresantes en la vida que desencadenan el insomnio. Finalmente, los factores perpetuadores son comportamientos, pensamientos y estrategias de afrontamiento inadecuadas que mantienen el insomnio aún después de que los factores desencadenantes hayan desaparecido. El criterio diagnóstico más empleado es el DSM-5 (Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales, Quinta Edición), que requiere síntomas nocturnos (dificultad de inicio/mantenimiento del sueño) y diurnos (fatiga, deterioro cognitivo) durante al menos tres meses (American Psychiatric Association, 2022).

Se estima que cerca de la mitad de los pacientes con dolor crónico presentan un trastorno grave del sueño, siendo el insomnio el más común. Estos trastornos contribuyen a la persistencia del dolor, dificultando su manejo. Estudios recientes han encontrado una asociación entre una mayor intensidad del dolor y una peor calidad del sueño, aunque la duración del dolor no mostró relaciones claras con la calidad del sueño.

Los efectos biológicos derivados de un sueño deficiente incluyen alteraciones en la regulación hormonal y metabólica, disfunciones cardiovasculares, compromiso del sistema inmunológico y afectaciones en la función cerebral. Además, se reportó que la privación del sueño se relacionó con la disminución del umbral y la tolerancia al dolor en individuos sanos. Específicamente, con los umbrales de dolor por frío, calor, presión y pinchazos, así como la tolerancia al dolor por presión. Sin embargo, no se establecieron relaciones con la modulación condicionada del dolor (MCD) y la sumación temporal (STD) (Chang et al., 2022).

La privación del sueño se ha relacionado con una reducción en el umbral y la tolerancia al dolor en personas sanas, afectando específicamente la percepción del dolor por frío, calor, presión y pinchazos, aunque no se observaron efectos en la modulación condicionada del dolor (MCD) ni en la sumación temporal (STD).

El umbral de dolor por presión (UDP) es una prueba sensorial estática ampliamente utilizada para evaluar trastornos dolorosos musculoesqueléticos. La presencia de hiperalgesia localizada o regional sugiere

disfunción sensorial periférica, mientras que la hiperalgesia generalizada en áreas no dolorosas puede indicar alteraciones en el procesamiento central del dolor.

La modulación condicionada del dolor (MCD) consiste en dos componentes: un estímulo de prueba para medir la respuesta y un estímulo condicionante doloroso que provoca un cambio. Un aumento en la tolerancia al dolor se considera un efecto positivo de la MCD. Por otro lado, la sumación temporal del dolor (STD) evalúa la amplificación del dolor causada por estímulos nocivos repetidos, generalmente cuantificada mediante la diferencia entre el primer y último estímulo usando la Escala Visual Analógica (EVA). Ambos fenómenos son utilizados en investigación para medir procesos dinámicos de inhibición y facilitación nociceptiva (Kennedy et al., 2016).

Los maquinistas de Metro, debido a movimientos repetitivos, exposición a vibraciones, ruido y posturas mantenidas por largos períodos, están expuestos a trastornos musculoesqueléticos que frecuentemente se manifiestan como dolor crónico, ya sea primario o secundario. Los trastornos musculoesqueléticos relacionados con la conducción constituyen uno de los principales problemas de salud en este colectivo. Estudios han vinculado la exposición laboral a vibraciones con problemas en cuello, hombros y columna lumbar, por lo que la prevalencia de dolor crónico en conductores podría ser considerablemente mayor que en la población general (Johanning, 1991).

Los maquinistas de Metro, debido a movimientos repetitivos, exposición a vibraciones, ruido y posturas mantenidas por largos períodos, están expuestos a trastornos musculoesqueléticos que frecuentemente se manifiestan como dolor crónico, ya sea primario o secundario. Los trastornos musculoesqueléticos relacionados con la conducción constituyen uno de los principales problemas de salud en este colectivo. Estudios han vinculado la exposición laboral a vibraciones con problemas en cuello, hombros y columna lumbar, por lo que la prevalencia de dolor crónico en conductores podría ser considerablemente mayor que en la población general (Johanning et al., 1991; Wahlström et al., 2018). Se ha demostrado que los conductores profesionales son más propensos

a trastornos musculoesqueléticos debido a la naturaleza de su trabajo (Nabi et al., 2023).

Los maquinistas de metro suelen realizar movimientos repetitivos y están expuestos a ruido, vibraciones y posturas mantenidas durante períodos que superan las horas laborales recomendadas. Estos factores contribuyen al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos que, en muchos casos, se manifiestan como dolor crónico, ya sea primario o secundario. Los trastornos musculoesqueléticos vinculados a la conducción constituyen uno de los problemas médicos más frecuentes en este grupo, con la región lumbar siendo una de las áreas más afectadas (Wahlström et al., 2018). El impacto de las vibraciones de cuerpo entero en operadores de maquinaria ha ganado relevancia debido a su estrecha relación con enfermedades laborales, especialmente el dolor lumbar. Los maquinistas presentan riesgo elevado de DMC por exposición crónica a vibraciones de cuerpo entero (en eje vertical), asociándose particularmente a patología lumbar (62% casos) y cervical (34%) (Tiemessen et al., 2008). Por consiguiente, la prevalencia de dolor crónico en maquinistas podría ser considerablemente mayor que en la población general.

De este modo, por las características de su trabajo y la variabilidad de sus horarios, los conductores de Metro de la Comunidad de Madrid representan una población idónea para el estudio de la calidad del sueño y su relación con la presencia de dolor. Asimismo, los resultados de la investigación pueden aportar conocimientos para mejorar su salud y su capacidad de trabajo (Johanning et al., 1991).

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio fue determinar si los maquinistas con dolor crónico presentan una mayor prevalencia de insomnio, peor calidad del sueño y mayor fatiga que aquellos sin dolor. Evaluar, además, si el tipo de turno, el agotamiento emocional y el nivel de actividad física se relacionan con el insomnio y/o el dolor. Finalmente, explorar si el dolor crónico, el insomnio o la fatiga se asocian con el nivel de actividad física autorreferida.

Teniendo como objetivos secundarios: evaluar la asociación entre variables laborales específicas —como el tipo de trabajo desempeñado (maquinistas) el régimen de turnos y la presencia de burnout junto con la prevalencia de insomnio en la población de estudio. Por otro lado, analizar si los maquinistas que presentan insomnio exhiben alteraciones en la sensibilidad al dolor, evaluadas a través de parámetros como un umbral de dolor a la presión reducido, un aumento en la sumación temporal del dolor y una disminución en la eficacia de la modulación condicionada del dolor.

3. METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un estudio observacional, descriptivo y transversal con una muestra inicial de 158 maquinistas del Metro de Madrid, de los cuales 108 presentaban dolor crónico y 50 no reportaban dolor. El reclutamiento se realizó mediante contacto a través de los sindicatos, informando a los participantes sobre el estudio y obteniendo su consentimiento informado por escrito. Los criterios de inclusión contemplaron ser maquinista con contrato a jornada completa y contar con al menos un año de experiencia laboral.

La recogida de datos se estructuró en tres fases: inicialmente, se realizó una entrevista telefónica para recopilar variables sociodemográficas (sexo, edad, peso, altura, años trabajados, número de bajas laborales, estado civil, nivel educativo, tipo y turno de trabajo) y aspectos relacionados con dolor, insomnio, fatiga y condiciones laborales. Posteriormente, se enviaron cuestionarios validados para autocompletado remoto, incluyendo el Índice de Severidad del Insomnio (ISI), el Índice de Calidad de Sueño de Pittsburgh (PSQI), el Cuestionario de Severidad de Fatiga (FSS), la Escala Numérica de Dolor (NRS), el Inventario de Burnout de Maslach Generalizado (MBI-GS) y el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ). Finalmente, se realizó una evaluación presencial en la Universidad Rey Juan Carlos para medir la sensibilidad al dolor mediante pruebas físicas específicas.

El análisis estadístico se efectuó con el software Stata, empleando pruebas no paramétricas y regresión robusta para el tratamiento de los datos.

El tamaño muestral, calculado con G*Power 3.1.9.7, fue superado por la muestra disponible, que corresponde a datos preliminares de un estudio en curso. Todos los datos fueron anonimizados mediante asignación de códigos identificativos para preservar la confidencialidad de los participantes. El diseño del estudio siguió las recomendaciones STROBE para estudios observacionales (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*) (Cuschieri, 2019).

3.1. INSOMNIO Y FATIGA

La presencia de insomnio se evalúa mediante una entrevista telefónica basada en criterios modificados del DSM-5 para el insomnio. Este manual define el trastorno como una insatisfacción con la cantidad o calidad del sueño, manifestada por dificultades para iniciar o mantener el sueño, despertares frecuentes o despertar temprano con incapacidad para volver a dormir, que ocurre al menos tres noches por semana durante un mínimo de tres meses y que causa un deterioro clínicamente significativo en el funcionamiento diario (American Psychiatric Association, 2022).

La calidad del sueño se mide con el Índice de Calidad de Sueño de Pittsburgh (PSQI), un cuestionario que incluye 19 ítems de auto-reporte y 5 ítems para ser completados por la pareja de cama. Evalúa siete componentes: calidad del sueño, latencia, duración, eficiencia, interrupciones, uso de medicación y alteraciones en la vida diaria, con puntuaciones que van de 0 a 3 en cada componente, sumando un total máximo de 21 puntos (Hita-Contreras et al., 2014).

Para evaluar la fatiga física y mental se utiliza el Cuestionario de Severidad de la Fatiga (FSS), que consta de 9 ítems autoaplicados para medir el impacto de la fatiga en la vida diaria. Cada ítem se puntúa en una escala de 1 a 7, donde 1 significa “totalmente en desacuerdo” y 7 “totalmente de acuerdo”, con una puntuación total que oscila entre 9 y 63, siendo valores más altos indicativos de mayor severidad de fatiga.

En relación con el dolor, se recogen variables telefónicamente, como la presencia de dolor mediante la pregunta sobre dolor continuo o

recurrente en el último mes, y la duración del dolor preguntando por el tiempo en meses que lleva presentándose.

La evaluación del procesamiento del dolor se realiza presencialmente, comenzando con la medición del umbral de dolor a la presión (UDP) mediante un algómetro digital que aplica presión perpendicular sobre distintas zonas del cuerpo, principalmente en el lado doloroso o, en su defecto, el derecho. La presión se incrementa a un ritmo de 1 kg/segundo hasta que el paciente reporta molestia, registrándose el valor en kg/cm². Se realizan dos mediciones con un intervalo de 30 segundos y se calcula la media como UDP para cada sitio evaluado. Las zonas evaluadas incluyen la eminencia tenar de la mano, el trapecio, la musculatura paravertebral a nivel lumbar (L5) y el tibial anterior. La algometría de presión presenta alta fiabilidad, con un coeficiente de correlación intraclase de 0.91 (IC 95%: 0.82-0.97).

La modulación condicionada del dolor (MCD) es un procedimiento experimental para evaluar la eficacia de las vías moduladoras nociceptivas descendentes. Primero se mide el UDP en la eminencia tenar de la mano derecha, luego se aplica un estímulo condicionante en la mano contraria mediante el Cold Pressor Test, que consiste en sumergir la mano en agua a 10°C durante 2 minutos. Diez segundos antes de finalizar, el paciente valora la intensidad del dolor percibido usando una escala numérica. Finalmente, se repite la medición del UDP en la mano derecha inmediatamente después. El efecto de la MCD se calcula restando el UDP basal al UDP tras el estímulo condicionante, mostrando alta fiabilidad (Vaegter et al., 2016).

La sumación temporal del dolor (STD) se evalúa con el dispositivo “Pin-Prick”, que proporciona estímulos de pinchazo repetidos 10 veces en el mismo sitio, con una frecuencia de uno por segundo, usando un monofilamento de 256 g y un área de 1 cm². Se registra la intensidad del dolor en la primera y última repetición mediante una escala numérica, y el efecto se calcula como la diferencia entre ambas respuestas, promediando dos repeticiones. La prueba se realiza en el dorso de la mano, en la zona de la primera comisura del lado doloroso o, en ausencia de dolor, del lado derecho, con el paciente en sedestación (Kennedy et al., 2016).

4.2. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El estudio respeta los principios éticos fundamentales de autonomía, beneficencia, justicia y no maleficencia, siguiendo las normas de Buena Práctica Clínica, la Declaración de Helsinki (Fortaleza 2013) y el Convenio de Oviedo (1997). Los participantes reciben información detallada y solo se incluyen tras otorgar consentimiento informado por escrito, que especifica el uso posterior de los datos.

El manejo, comunicación y transferencia de datos se realiza conforme al Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) de la Unión Europea (2016/679) y la Ley Orgánica de Protección de Datos y Garantía de Derechos Digitales (LOPDGDD 3/2018). Los participantes tienen derecho a acceder, rectificar, cancelar y oponerse al uso de sus datos, los cuales serán eliminados cinco años después del inicio del proyecto.

4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

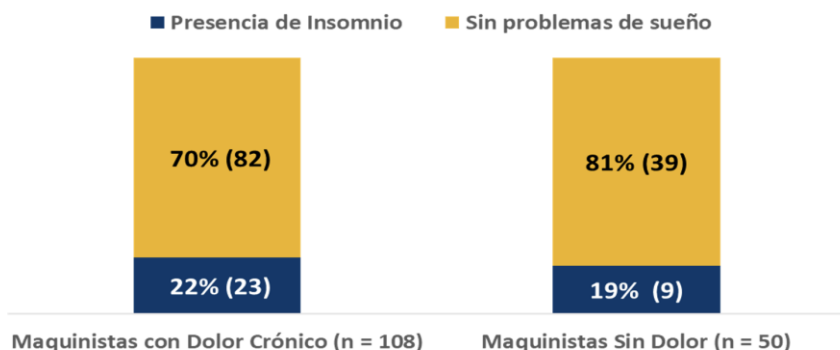
Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software STATA versión IC 16.1 (StataCorp LLC, College Station, TX, EE. UU.). Las variables cualitativas se describieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes. Las variables cuantitativas se expresaron como media y desviación estándar cuando presentaron distribución normal, o como mediana y rangos intercuartílicos (primer y tercer cuartil) en caso de distribuciones no normales.

Para evaluar la asociación entre dos variables cualitativas independientes se emplearon tablas de contingencia y la prueba de Chi-cuadrado. En el análisis de la relación entre una variable cuantitativa y una cualitativa independientes, se verificó primero la normalidad de la variable cuantitativa mediante el test de Shapiro-Wilk. Si la distribución fue normal, se evaluó la homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene; en caso de homocedasticidad se aplicó la prueba t de Student, y si no, la prueba de Welch. Cuando la normalidad no se cumplió, se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

4. RESULTADOS

En el estudio participaron un total de 158 maquinistas del Metro de Madrid, de los cuales 108 presentaban dolor crónico y 50 no reportaban dolor. Se excluyeron 25 participantes con dolor agudo de menos de tres meses de duración. La mediana de edad fue similar entre ambos grupos (45,34 años [Q1: 40,57; Q3: 49,49] en el grupo con dolor y 44,90 años [Q1: 40,31; Q3: 48,52] en el grupo sin dolor; $p = 0,578$), al igual que la distribución por sexo (95,37% varones en el grupo con dolor frente a 94% en el grupo sin dolor; $p = 0,715$).

GRÁFICO 1. *Presencia o no de insomnio en maquinistas con y sin dolor.*



Fuente: Elaboración propia

La prevalencia de insomnio fue del 21,9% en maquinistas con dolor crónico y del 18,8% en aquellos sin dolor, sin que esta diferencia alcanzara significación estadística ($p = 0,656$). Asimismo, no se observaron diferencias significativas entre ambos grupos en cuanto a la calidad del sueño ($p = 0,128$) ni en la fatiga ($p = 0,704$). En total, 37 participantes presentaron insomnio, mientras que 140 no mostraron trastornos del sueño; además, se identificaron 4 casos con diagnóstico médico de apnea del sueño, que fueron excluidos de la clasificación de insomnio.

TABLA 1. *Diferencias en alteraciones de sueño y fatiga en maquinistas con dolor crónico y sin dolor*

	Maquinistas con dolor crónico	Maquinistas sin dolor	Diferencias entre maquinistas con dolor crónico y sin dolor	
	(n = 108)	(n = 50)	Estadístico	p valor
Trastorno de insomnio, criterios DSM-5				
Sí, n° (%)	23 (21,90)	9 (18,75)	Chi ² = 0,20	0,656
No, n° (%)	82 (70,10)	39 (81,25)		
Fase: cuestionarios	(n = 101)	(n = 46)		
PSQI , mediana (Q1, Q3)	7 (5,11)	6 (5,9)	z = -1,52	0,128
FSS , mediana (Q1, Q3)	5,11 (4,22; 5,56)	5,17 (4,11; 5,56)	z = -0,38	0,704

Fuente: elaboración propia

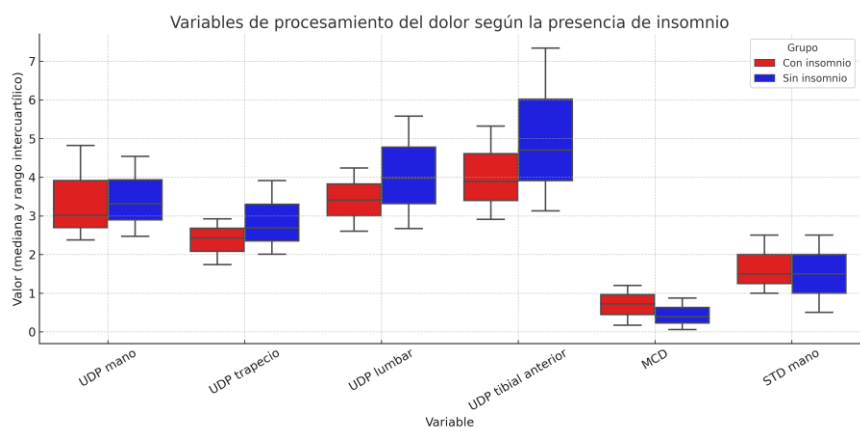
Respecto al agotamiento emocional, evaluado mediante el Maslach Burnout Inventory, se encontró que los maquinistas con insomnio presentaron puntuaciones significativamente mayores ($p = 0,004$). En cuanto al turno laboral, los maquinistas que trabajaban en turno nocturno exhibieron una prevalencia de insomnio superior (27,0% frente a 14,3%; $p = 0,045$), aunque no se detectaron diferencias significativas en la distribución del turno entre grupos con y sin insomnio ($p = 0,107$).

El nivel de actividad física, medido con el International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), no mostró diferencias significativas entre maquinistas con y sin dolor ($p = 0,381$), ni se hallaron asociaciones relevantes entre IPAQ y variables de dolor, insomnio o fatiga en análisis de regresión robusta ($p > 0,05$).

En cuanto a las bajas laborales desde el inicio de la carrera, el grupo con insomnio presentó una mediana significativamente mayor de bajas (4 [Q1=2; Q3=5]) en comparación con el grupo sin alteraciones del sueño (2 [Q1=1; Q3=3]). También se observaron diferencias significativas en el tipo de trabajo desempeñado ($p = 0,001$): el 92,86% de los maquinistas sin trastornos del sueño realizaban funciones en línea, frente al 78,38% de quienes padecían insomnio.

Finalmente, las variables relacionadas con el procesamiento del dolor, evaluadas mediante pruebas específicas, no mostraron diferencias estadísticamente significativas en función de la presencia o ausencia de insomnio.

GRÁFICO 2. Variables de procesamiento del dolor según la presencia de insomnio.



Fuente: Elaboración propia

5. DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio no evidencian una asociación significativa entre el insomnio y la presencia de dolor crónico en maquinistas de metro, ya que no se observaron diferencias relevantes en la prevalencia de insomnio entre quienes reportaban dolor crónico y quienes no. Este resultado contrasta con la literatura previa, que suele señalar una relación entre alteraciones del sueño y mayor sensibilidad o percepción del dolor, contribuyendo al desarrollo y persistencia de síndromes dolorosos crónicos.

En esta cohorte, la prevalencia de insomnio fue del 22%, cifra similar a la reportada en estudios poblacionales españoles, mientras que la prevalencia de dolor crónico fue notablemente superior (68,35%) a la estimada para la población general (15-27%) (Jiménez-Trujillo et al., 2019). La composición mayoritariamente masculina de la muestra podría explicar la menor prevalencia de insomnio observada, dado que la literatura indica una mayor incidencia de insomnio y dolor crónico en mujeres.

Aunque la relación bidireccional entre sueño y dolor está documentada, los mecanismos subyacentes permanecen poco esclarecidos (Runge et al., 2024). Se postulan alteraciones en la modulación descendente del dolor, desequilibrios en neurotransmisores (opioides, serotonina),

cambios neuroquímicos, respuestas al estrés y factores hormonales como posibles vías de interacción. En este estudio, la evaluación de la modulación endógena del dolor mediante pruebas de UDP, MCD y STD no mostró diferencias significativas entre grupos, en consonancia con recientes metaanálisis que no encuentran asociación cuantitativa robusta entre calidad de sueño y disfunción en la inhibición del dolor.

La ausencia de diferencias podría deberse a la heterogeneidad etiológica del dolor crónico, la variabilidad individual en la respuesta nociceptiva, la posible inclusión de sujetos sin dolor nociplástico y la falta de biomarcadores específicos para estas alteraciones (Herrero Babiloni et al., 2024).

Además, factores genéticos, ambientales, psicológicos y comorbilidades como la ansiedad o depresión, así como el uso de medicación y mecanismos de adaptación individuales, pueden modular tanto la experiencia dolorosa como el sueño, dificultando la identificación de diferencias entre grupos.

Respecto al burnout, se observó una mayor puntuación en agotamiento emocional en maquinistas con insomnio, lo que concuerda con la literatura que asocia alteraciones del sueño con disfunción emocional, ansiedad, depresión y deterioro de la función ejecutiva. Sin embargo, estas diferencias no alcanzaron el umbral clínico y no se vincularon a un mayor número de bajas laborales.

Finalmente, en los maquinistas con dolor crónico e insomnio concurrente, el abordaje integrado de ambos problemas es esencial, dada la influencia recíproca entre privación de sueño e hiperalgesia. La intervención sobre el sueño puede ser un punto de partida clínico eficaz, aunque la estrategia óptima debe adaptarse a las características individuales de cada paciente para mejorar su calidad de vida y funcionalidad.

5.1. LIMITACIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES

A pesar de las medidas para asegurar la validez del estudio, existen limitaciones importantes. La selección de participantes vía sindicatos podría sesgar la prevalencia del dolor debido a una mayor disposición a reportar problemas de salud. Además, el diseño transversal limita la

capacidad para establecer relaciones causales entre sueño, fatiga y dolor, por lo que estudios longitudinales serían más adecuados para analizar su evolución.

No se recogieron datos sobre la intensidad ni la extensión del dolor, lo que restringe el análisis del impacto real en la vida diaria. El tamaño de muestra pudo ser insuficiente para detectar diferencias significativas y la variabilidad metodológica en las pruebas de sensibilidad al dolor dificulta la comparación con otros estudios, subrayando la necesidad de estandarización.

Futuras investigaciones deberían incluir seguimiento longitudinal, evaluar factores ergonómicos, salud mental y psicosocial, y analizar la efectividad de intervenciones integrales que aborden conjuntamente el dolor y los trastornos del sueño.

6. CONCLUSIONES

En esta muestra de maquinistas, no se evidenció una asociación estadísticamente significativa entre la presencia de dolor crónico e insomnio, ni entre estas variables y el nivel de actividad física. Sin embargo, se observó una mayor prevalencia de insomnio en trabajadores asignados a turnos nocturnos, así como un incremento en el agotamiento emocional en aquellos que padecían insomnio. Estos hallazgos resaltan la relevancia de considerar factores organizacionales y psicosociales en el diseño de estrategias preventivas para el insomnio y en el manejo integral del dolor.

Los resultados indican que los maquinistas con dolor crónico no presentan una prevalencia superior de insomnio, ni una calidad del sueño deteriorada o niveles mayores de fatiga en comparación con sus pares sin dolor. Asimismo, el insomnio detectado en algunos sujetos no parece vinculado directamente al turno laboral, aunque sí se identificaron diferencias significativas en el tipo de funciones desempeñadas entre quienes presentan insomnio y quienes no. Por otra parte, el agotamiento emocional fue mayor en el grupo con insomnio, aunque esta diferencia, a pesar de ser estadísticamente significativa, no alcanzó una magnitud clínica relevante, dado que ambos grupos registraron puntuaciones por debajo del umbral establecido para su diagnóstico clínico.

Finalmente, los datos no permiten confirmar la presencia de dolor noci-plástico subyacente en los maquinistas con dolor crónico, condición que habitualmente se asocia con alteraciones del sueño y fatiga, lo que sugiere la necesidad de estudios adicionales para caracterizar con mayor precisión los mecanismos fisiopatológicos implicados en esta población.

7. REFERENCIAS

- American Psychiatric Association (Ed.). (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5-TRTM* (Fifth edition, text revision). American Psychiatric Association Publishing.
- Andersen, L. N., Kohberg, M., Juul-Kristensen, B., Herborg, L. G., Sogaard, K., & Roessler, K. K. (2014). Psychosocial aspects of everyday life with chronic musculoskeletal pain: A systematic review. *Scandinavian Journal of Pain*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.1016/j.sjpain.2014.01.001>
- Baranwal, N., Yu, P. K., & Siegel, N. S. (2023). Sleep physiology, pathophysiology, and sleep hygiene. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 77, 59-69. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2023.02.005>
- Chang, J. R., Fu, S.-N., Li, X., Li, S. X., Wang, X., Zhou, Z., Pinto, S. M., Samartzis, D., Karppinen, J., & Wong, A. Y. (2022). The differential effects of sleep deprivation on pain perception in individuals with or without chronic pain: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 66, 101695. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2022.101695>
- Cuschieri, S. (2019). The STROBE guidelines. *Saudi Journal of Anaesthesia*, 13(Suppl 1), Article Suppl 1. https://doi.org/10.4103/sja.SJA_543_18
- Finan, P. H., Goodin, B. R., & Smith, M. T. (2013). The association of sleep and pain: An update and a path forward. *The Journal of Pain*, 14(12), Article 12. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2013.08.007>
- Herrero Babiloni, A., Brazeau, D., Jodoin, M., Theis-Mahon, N., Martel, M. O., Lavigne, G. J., & Moana-Filho, E. J. (2024). The Impact of Sleep Disturbances on Endogenous Pain Modulation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Journal of Pain*, 25(4), Article 4. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2023.10.023>
- Hita-Contreras, F., Martínez-López, E., Latorre-Román, P. A., Garrido, F., Santos, M. A., & Martínez-Amat, A. (2014). Reliability and validity of the Spanish version of the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) in patients with fibromyalgia. *Rheumatology International*, 34(7), Article 7. <https://doi.org/10.1007/s00296-014-2960-z>

- Jiménez-Trujillo, I., López-de-Andrés, A., Del Barrio, J. L., Hernández-Barrera, V., Valero-de-Bernabé, M., & Jiménez-García, R. (2019). Gender Differences in the Prevalence and Characteristics of Pain in Spain: Report from a Population-Based Study. *Pain Medicine (Malden, Mass.)*, 20(12), Article 12. <https://doi.org/10.1093/pm/pnz004>
- Johanning, E. (1991). Back disorders and health problems among subway train operators exposed to whole-body vibration. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 17(6), Article 6. <https://doi.org/10.5271/sjweh.1681>
- Johanning, E., Wilder, D. G., Landrigan, P. J., & Pope, M. H. (1991). Whole-body vibration exposure in subway cars and review of adverse health effects. *Journal of Occupational Medicine.: Official Publication of the Industrial Medical Association*, 33(5), Article 5.
- Kennedy, D. L., Kemp, H. I., Ridout, D., Yarnitsky, D., & Rice, A. S. C. (2016). Reliability of conditioned pain modulation: A systematic review. *Pain*, 157(11), Article 11. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000689>
- Liu, S., Wang, B., Fan, S., Wang, Y., Zhan, Y., & Ye, D. (2022). Global burden of musculoskeletal disorders and attributable factors in 204 countries and territories: A secondary analysis of the Global Burden of Disease 2019 study. *BMJ Open*, 12(6), Article 6. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-062183>
- Mathias, J. L., Cant, M. L., & Burke, A. L. J. (2018). Sleep disturbances and sleep disorders in adults living with chronic pain: A meta-analysis. *Sleep Medicine*, 52, 198-210. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2018.05.023>
- Morin, C. M., Belleville, G., Bélanger, L., & Ivers, H. (2011). The Insomnia Severity Index: Psychometric indicators to detect insomnia cases and evaluate treatment response. *Sleep*, 34(5), Article 5. <https://doi.org/10.1093/sleep/34.5.601>
- Morin, C. M., & Jarrin, D. C. (2022). Epidemiology of Insomnia: Prevalence, Course, Risk Factors, and Public Health Burden. *Sleep Medicine Clinics*, 17(2), Article 2. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2022.03.003>
- Nabi, M. H., Hawlader, M. D. H., Naz, F., Siddiquea, S. R., Hasan, M., Hossian, M., & Dalal, K. (2023). Low back pain among professional bus drivers: A cross-sectional study from Bangladesh. *BMC Public Health*, 23(1), Article 1. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16018-7>
- Runge, N., Ahmed, I., Perea, J., Labie, C., Roland, A., Goossens, Z., Mairesse, O., Nijs, J., Malfliet, A., Verschueren, S., Van Assche, D., de Vlam, K., Tang, N., Saconi, B., Memon, A. R., & De Baets, L. (2025). Terminology and definitions of sleep problems and disorders used in chronic musculoskeletal pain research-a scoping review with recommendations for future research. *Pain*. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000003655>

- Runge, N., Ahmed, I., Saueressig, T., Perea, J., Labie, C., Mairesse, O., Nijs, J., Malfliet, A., Verschueren, S., Van Assche, D., de Vlam, K., Van Waeyenberg, T., Van Haute, J., & De Baets, L. (2024). The bidirectional relationship between sleep problems and chronic musculoskeletal pain: A systematic review with meta-analysis. *Pain*, 165(11), Article 11. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000003279>
- Salazar-Méndez, J., Viscay-Sanhueza, N., Pinto-Vera, C., Oyarce-Contreras, F., Parra-Vera, M.-F., Suso-Martí, L., Guzmán-Muñoz, E., López-Bueno, R., Núñez-Cortés, R., & Calatayud, J. (2024). Cognitive behavioral therapy for insomnia in people with chronic musculoskeletal pain. A systematic review and dose-response meta-analysis. *Sleep Medicine*, 122, 20-26. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2024.07.031>
- Tiemessen, I. J. H., Hulshof, C. T. J., & Frings-Dresen, M. H. W. (2008). Low back pain in drivers exposed to whole body vibration: Analysis of a dose-response pattern. *Occupational and Environmental Medicine*, 65(10), Article 10. <https://doi.org/10.1136/oem.2007.035147>
- Vaegter, H. B., Handberg, G., & Graven-Nielsen, T. (2016). Hypoalgesia After Exercise and the Cold Pressor Test is Reduced in Chronic Musculoskeletal Pain Patients With High Pain Sensitivity. *The Clinical Journal of Pain*, 32(1), Article 1. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000223>
- Vitiello, M. V., McCurry, S. M., Shortreed, S. M., Baker, L. D., Rybarczyk, B. D., Keefe, F. J., & Von Korff, M. (2014). Short-term improvement in insomnia symptoms predicts long-term improvements in sleep, pain, and fatigue in older adults with comorbid osteoarthritis and insomnia. *Pain*, 155(8), Article 8. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2014.04.032>
- Vos, T., Lim, S. S., Abbafati, C., Abbas, K. M., Abbasi, M., Abbasifard, M., Abbasi-Kangevari, M., Abbastabar, H., Abd-Allah, F., Abdelalim, A., Abdollahi, M., Abdollahpour, I., Abolhassani, H., Aboyans, V., Abrams, E. M., Abreu, L. G., Abrigo, M. R. M., Abu-Raddad, L. J., Abushouk, A. I., ... Murray, C. J. L. (2020). Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10258), Article 10258. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9)
- Wahlström, J., Burström, L., Johnson, P. W., Nilsson, T., & Järvholm, B. (2018). Exposure to whole-body vibration and hospitalization due to lumbar disc herniation. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 91(6), Article 6. <https://doi.org/10.1007/s00420-018-1316-5>

SECCIÓN XIII.

ACTIVIDAD FÍSICA, MÚSICA Y CORPORALIDAD

INSIDE OUT: CÓMO DESARROLLAR LA EXPRESIÓN CORPORAL Y LA COMUNICACIÓN EMOCIONAL EN NIÑOS DE EDUCACIÓN PRIMARIA

FLAVIA ESTEFANÍA AMAR CANTOS
Universidad de Cádiz

NOELIA GALLARDO CEREGHETTI
Universidad de Cádiz

1. INTRODUCCIÓN

La relación entre la educación física y las emociones está suscitando un creciente interés en el ámbito educativo. La importancia de esta conexión radica en el impacto significativo que el ejercicio físico y la actividad deportiva tienen en el bienestar emocional y en el desarrollo integral de los individuos. Es esencial comprender cómo las experiencias físicas no solo afectan la salud del cuerpo, sino también la salud mental y emocional de las personas. El ejercicio regular ha demostrado ser beneficioso para la regulación del estado de ánimo, la reducción del estrés y la ansiedad, y el fortalecimiento de la autoestima.

En esta propuesta educativa, se pretende desarrollar una situación de aprendizaje en el área de Educación Física que responda a las necesidades actuales de la sociedad, basada en juegos cooperativos, competitivos, sesiones de relajación, de danza y de expresión corporal que le permita al alumnado experimentar una amplia gama de emociones con el objetivo de aprender a autogestionarlas.

Haciendo referencia a lo mencionado con anterioridad, se pretende promover habilidades sociales como el trabajo en equipo, la empatía y el respeto, siendo estas fundamentales para el bienestar emocional y el éxito en la vida cotidiana.

Del mismo modo, crear situaciones donde el alumnado se enfrente a desafíos motrices y sociales, implementando estrategias que le ayuden a responder dichas demandas. Por lo que, se espera conseguir que se promueva el aprendizaje cooperativo, que el alumnado adquiera la habilidad de aceptar tanto la victoria como la derrota y que fortalezcan una percepción positiva de sí mismos, mejorando las habilidades sociales y comunicativas.

1.1. LA EXPRESIÓN CORPORAL

La magnitud del concepto de expresión corporal permite su comprensión y aplicación en diversos contextos. En este documento, se destaca que la expresión corporal se aborda específicamente en el ámbito educativo e institucional, haciendo referencia a los contenidos del área de educación física.

¿Qué es la expresión corporal? Para Lola Brikman (2006), la Expresión Corporal se propone como un proceso de enseñanza-aprendizaje donde el estudiante reconoce las posibilidades de su cuerpo, las ejercita en acciones y secuencias de manera sensible y consciente, acogiéndolas como vivencias que puede transferir a otras situaciones.

Por otro lado, Alfredo Larraz (2008), afirma que la Expresión Corporal requiere creatividad y sensibilidad, fomenta la capacidad expresiva del cuerpo y facilita el desarrollo de una motricidad expresiva. Además, brinda la oportunidad de explorar otro tipo de lenguaje y de percibir la realidad de manera poética y estética, lo que permite construir una representación simbólica de la misma que pueda comunicarse con los demás.

Las afirmaciones de los autores anteriores verifican que la expresión corporal es el instrumento pedagógico para desarrollar la dimensión expresiva del movimiento. Al aplicarlo, se desbloquean las puertas hacia un nuevo lenguaje que emana del cuerpo, la fuente de energía que genera el movimiento. El cuerpo en movimiento constantemente comunica mensajes a través de gestos, posturas, miradas y las variaciones en su forma corporal.

Por último, una definición extendida y cercana al ámbito de la educación física es la que propone Rueda (2004):

Es el ámbito de conocimiento, como contenido de educación física que investiga y experimenta las posibilidades corporales y la inteligencia emocional, como medio de transmisión de sentimientos, pensamientos y actitudes, y cuyo fin último es crear y comunicar a través del movimiento. El cuerpo como eje globalizador e integrador es el punto de unión entre la funcionalidad de la actividad física y la plasticidad de la actividad artística. Su fin está en el propio proceso expresivo.

En resumen, la expresión corporal se origina en el ser humano y representa una conducta destinada a comunicar un mensaje o un sentimiento mediante el movimiento de su propio cuerpo.

1.2. LA DANZA

El término "danza" ha sido utilizado para representar una variedad de conceptos e ideas, lo que dificulta la adopción de un único significado que abarque completamente su significado. Existen múltiples interpretaciones asociadas a la palabra "danza"; algunas, como "técnica" o "coreografía", se inclinan hacia el aspecto más pragmático del término, mientras que otras, como "creación corporal", "arte" y "lenguaje corporal", se orientan hacia su expresión estética y emotiva. Es importante comprender que el significado de "danza" varía según la cultura y la época, y que el término actual no puede capturar la amplitud de significados que ha tenido a lo largo de la historia (Urbeltz, 1994).

1.2.1. La danza y la educación

A lo largo de la historia, se ha reconocido la presencia y relevancia de la danza en diversos ámbitos sociales y culturales. Sin embargo, su impacto en el ámbito educativo fue inicialmente limitado y escaso, hasta el siglo pasado, cuando comenzaron a surgir esfuerzos significativos, tanto teóricos como prácticos, por parte de pensadores, pedagogos y bailarines que abogaban por la integración de la danza como parte fundamental en la educación integral de los niños (Ossona, 1984). Desde entonces hasta la actualidad, se han logrado avances significativos, aunque aún queda mucho por hacer en este camino.

La danza ha ocupado históricamente un lugar secundario en el ámbito educativo debido a razones tanto históricas como axiológicas. Por un lado, numerosos estereotipos y connotaciones negativas han rodeado a esta disciplina, llegando incluso a ser prohibida por algunas religiones.

Por otro lado, la percepción de la danza como una práctica principalmente femenina ha llevado a su descalificación como materia adecuada para la formación de estudiantes masculinos, relegándola así a una categoría de disciplina complementaria y sectorial (McCarthy, 1996).

Por otro lado, Gregorio et al. (2010), argumentan que algunos problemas que enfrenta la integración de la danza como materia curricular son la falta de capacitación del profesorado, la escasez de recursos y espacios apropiados, y la discriminación de género. Las instalaciones no están preparadas para actividades de danza y faltan recursos para la formación del profesorado y la adquisición de materiales, debido a la prioridad dada a los deportes competitivos en las políticas deportivas.

En términos físicos, la danza despliega una función compensatoria frente al sedentarismo característico del estilo de vida actual y la limitación del movimiento a actividades principalmente utilitarias. Estas últimas tienden a concentrarse en esfuerzos motrices dirigidos hacia actividades prácticas y mecánicas esenciales en nuestra vida cotidiana. Aunque la gimnasia y el deporte pueden mitigar estas deficiencias motrices, la danza ofrece además un ejercicio más holístico para el cuerpo, exento de competencia y con un marcado componente hedonista (Ossoya, 1984).

1.3. UTILIDAD DE LA EXPRESIÓN CORPORAL Y LA DANZA EN EDUCACIÓN FÍSICA

La utilidad de la Expresión Corporal y la Danza va más allá de los beneficios puramente físicos. Estas prácticas tienen un impacto significativo en la formación integral del individuo, abordando aspectos psicológicos y sociales, y ofreciendo la oportunidad de integrar otros campos de estudio como la literatura o la historia. Estas posibilidades amplían las opciones para promover estas actividades tanto en contextos educativos como

entre la población en general, presentándolas como herramientas interdisciplinarias valiosas para los estudiantes (García, 2007).

Asimismo, García (2008) plantea que la expresión corporal y la danza brindan posibilidades comunicativas, creativas y sociales, justificando así la importancia de trabajar este contenido en el marco escolar de la educación física.

Además, la inclusión de la danza como componente de la expresión corporal ofrece una amplia gama de beneficios educativos, que van desde el fomento de la creatividad entre el alumnado hasta el desarrollo de habilidades físicas y coordinativas. Por lo que contribuye a mejorar la expresión corporal, promover la socialización en el entorno escolar y enriquecer la educación en el ámbito del ritmo y la música (García, 2008).

De acuerdo con los autores mencionados con anterioridad, Viciano y Arteaga (2004), categorizan estas capacidades expresivas en tres áreas: 1) Conocimiento personal, que incluye desinhibición, conocimiento personal expresivo-segmentario y adaptación personal al entorno. 2) Comunicación interpersonal, abarcando la comunicación verbal y no verbal. Y 3) Comunicación introyectiva, relacionada con la comprensión de nuestro yo interno.

1.4. LA IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO DE LAS EMOCIONES Y SU AUTOGESTIÓN EN LA ESCUELA

En las últimas décadas, ha habido un aumento significativo en la investigación sobre el desarrollo de habilidades emocionales y su relevancia en el contexto educativo, especialmente en el proceso de enseñanza-aprendizaje y en la formación de nuevas generaciones. Esto se debe a la necesidad de preparar a los individuos para integrarse en una sociedad cada vez más compleja. Este enfoque ha generado diversos estudios que respaldan la importancia de las competencias emocionales para mejorar la calidad de la educación y combatir el fracaso escolar (Mocholí, 2015).

Según Goleman (2003), las personas desarrolladas emocionalmente, que manejan sus emociones adecuadamente y pueden relacionarse efectivamente con las emociones de los demás, poseen ventajas en todos los aspectos de la vida. Estas personas tienden a sentirse más satisfechas,

son más eficientes y tienen mejor control sobre sus hábitos mentales relacionados con la productividad. Por otro lado, aquellos que no pueden controlar sus emociones luchan constantemente consigo mismo, lo que desestabiliza su capacidad de trabajo y dificulta su claridad mental.

Por esa razón, es necesario educar al alumnado emocionalmente, adquiriendo el concepto de inteligencia emocional. Según Berrocal y Ramos (2002), la inteligencia emocional se puede resumir como la capacidad de identificar, comprender y gestionar nuestras propias emociones, así como las de los demás.

A pesar de que aún no se ha alcanzado un acuerdo definitivo en la clasificación de las emociones, ni existen respuestas determinantes al respecto, Fernández-Abascal, Martín y Domínguez (2001) categorizan las emociones en primarias, secundarias, positivas, negativas y neutras, sugiriendo la siguiente descripción:

- *Emociones primarias*: exhiben una fuerte influencia genética, lo que significa que muestran respuestas emocionales predefinidas que, aunque pueden ser moldeadas por el aprendizaje y la experiencia, son universales en todas las personas y culturas.
- *Emociones secundarias*: derivan de las primarias y están más influenciadas por el desarrollo individual, lo que provoca respuestas emocionales únicas en cada persona.
- *Emociones positivas*: generan sensaciones agradables, perciben la situación como beneficiosa, son de corta duración y requieren pocos recursos para ser enfrentadas.
- *Emociones negativas*: generan sensaciones desagradables, perciben la situación como perjudicial y requieren una gran cantidad de recursos para ser enfrentadas.
- *Emociones neutras*: no generan reacciones intrínsecamente agradables ni desagradables, es decir, no se consideran ni positivas ni negativas.

Según Davidson (2012), la gestión emocional debería preceder a la enseñanza de materias académicas. Dotar a las personas con habilidades

para manejar sus emociones les permite tener control sobre ellas, especialmente en situaciones adversas. Pues estas pueden afectar a la capacidad de aprendizaje del alumnado.

En los últimos años, con el creciente interés en la Inteligencia Emocional y el desarrollo del aprendizaje social y emocional, ha surgido la necesidad de investigar si existe una relación positiva entre la Inteligencia Emocional y el rendimiento académico (Salovey y Mayer, 1995).

Según afirma Davidson (2012), el alumnado que carece de entrenamiento en habilidades sociales y en el manejo de sus emociones tiene una mayor probabilidad de enfrentar estrés y dificultades de concentración durante sus estudios, lo que puede afectar su rendimiento académico.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO PRINCIPAL

El principal objetivo que se pretende alcanzar con el desarrollo de este proyecto es promover situaciones en las aulas de Educación Primaria donde el alumnado reconozca, comprenda y gestione sus propias emociones, así como las de los demás con la finalidad de que alcance el bienestar personal y el éxito académico.

2.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Explorar la fundamentación acerca de los beneficios de la educación emocional en el contexto escolar.
- Investigar metodologías activas, donde el alumnado se familiarice con situaciones que desafíen su capacidad para controlar y comprender sus propias emociones, facilitando así el autoconocimiento y la habilidad para gestionarlas
- Desarrollar una propuesta inclusiva teniendo en cuenta la diversidad de habilidades, intereses y necesidades del aula de referencia.

- Evaluar el impacto de la propuesta educativa en el desarrollo emocional del alumnado, reflexionando sobre el papel del docente como facilitador del aprendizaje emocional.
- Reconocer los beneficios que los juegos cooperativos, competitivos y el trabajo en equipo pueden aportar al desarrollo emocional y físico del alumnado durante la etapa de Educación Primaria.

3. METODOLOGÍA

El diseño metodológico llevado a cabo en la propuesta educativa es un aspecto de gran relevancia en ella, pues Delgado (1991) afirma que “los métodos de enseñanza o didácticos son caminos que nos llevan a conseguir el aprendizaje en los alumnos, es decir, a alcanzar los objetivos de enseñanza.

Haciendo referencia a la propuesta educativa expuesta en este proyecto, es fundamental mencionar que se llevarán a cabo tres estilos de enseñanza diferentes en el transcurso de las siete sesiones. Estas sesiones conllevarán un enfoque didáctico, es decir, el alumnado desarrollará conocimientos progresivamente durante las clases, que le serán útiles en sesiones futuras.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se llevarán a cabo dos técnicas de enseñanza, que, según Delgado (1991), estas abarcan la manera adecuada en que el profesor actúa, cómo proporciona la información inicial, la forma en que comunica los resultados, y cómo mantiene la motivación del grupo. Las técnicas de enseñanza son la *instrucción directa*, caracterizada como estilo tradicional donde el profesor transmite los conocimientos al alumnado para que los aprenda e *indagación*, donde el profesor no muestra un modelo al alumno/a, sino que este busca soluciones y resuelve los problemas por sí mismo (Delgado, 1991).

Haciendo hincapié en los estilos de enseñanza, es importante señalar la *modificación del mando directo*, la *asignación de tareas* y el *descubrimiento guiado*. Se pretende que en las primeras sesiones la docente tenga un papel más activo sobre el aprendizaje del alumnado (instrucción directa) y que, poco a poco, durante el transcurso de la propuesta,

el alumnado vaya involucrándose en su propio aprendizaje, protagonizándolo y teniendo el papel activo (indagación).

El vídeo proporciona una manera eficaz para ayudarle a demostrar el punto. Cuando haga clic en Vídeo en línea, puede pegar el código para insertar del vídeo que desea agregar.

Esta propuesta se realizará en el 3º Ciclo de Educación Primaria, en concreto en 5º de primaria con 6 sesiones prácticas que se llevará a cabo entre el aula y el pabellón del centro educativo. Para finalizar, se realizará una última sesión en donde habrá tres productos finales que servirán como cierre de la propuesta, permitiendo al alumnado repasar de manera exhaustiva todo el saber básico y las competencias adquiridas. Estos productos finales serán diseñados y elaborados por el alumnado, con la ayuda del docente, como una manera de demostrar su comprensión y aplicación de lo aprendido.

4. RESULTADOS

Al poner en práctica algunas actividades de la propuesta educativa, los resultados han sido positivos en su mayoría. El alumnado ha mostrado comprender la importancia de saber gestionar sus propias emociones. Pues, se ha supervisado constantemente el trabajo, esforzándose para que el alumnado comprenda las emociones y la diversidad de sentimientos experimentados en momentos de competición y de cooperación. Además, aunque el ambiente de aprendizaje ha sido muy competitivo, ha creado relaciones interpersonales más saludables.

Por otro lado, es importante reconocer que, aunque estos avances son prometedores, aún queda mucho por trabajar en el ámbito de la educación emocional. Esta iniciativa podría marcar el inicio de un proceso que conduzca a un cambio satisfactorio y permanente en la gestión emocional del alumnado. Por lo tanto, se recomienda continuar desarrollando e integrando programas de educación emocional de manera sistemática y continua para alcanzar resultados a largo plazo y concienciando al equipo docente acerca de que la educación emocional es una necesidad y que deben implementarla en sus áreas.

A continuación, se muestra el marco legislativo en dónde se fundamenta la propuesta. Además de las competencias específicas y saberes básicos involucrados del área de Educación Física y las competencias claves que se van a cumplir durante las sesiones.

El desarrollo de la propuesta didáctica se basa en la Orden de 30 de mayo de 2023, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Etapa de Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

TABLA 1. Competencias específicas y saberes básicos involucrados.

Competencias Específica:	Criterios de Evaluación:	Saberes mínimos básicos:
2. Adaptar los elementos propios del esquema corporal, las capacidades físicas, perceptivo-motrices y coordinativas, así como las habilidades y destrezas motrices, aplicando procesos objetivos de diferentes situaciones, para dar respuesta a las demandas de proyectos motores y de prácticas motrices con distintas finalidades en contextos de la vida diaria.	2.1.a. Participar en proyectos motores de carácter individual, cooperativo o colaborativo, definiendo metas, secuenciando acciones, observando los cambios durante el proceso y al proceso seguido y al resultado obtenido.	EFL3.B.1. Usos y finalidades: catárticos, lúdico-recreativos, cooperativos, competitivos, agonísticos, funcional, social, expresiva y comunicativa, creativa o de interacción. En situaciones motrices colectivas. Respeto y tolerancia a las diferencias individuales, adjudicación de roles, liderazgo, aceptación de responsabilidades.
	2.2.a. Vivenciar principios básicos de toma de decisiones en situaciones lúdicas, juegos modificados y actividades deportivas a partir de la anticipación, ajustándolos a las demandas derivadas de los objetivos motores y a la lógica interna de situaciones individuales, de cooperación, de oposición y de colaboración oposición, en contextos reales o simulados de actuación.	EFL3.C.1. Toma de decisiones: selección de acciones en función del entorno en situaciones motrices individuales. Selección de acciones para el ajuste espacio-temporal en la interacción con los compañeros y compañeras en situaciones cooperativas. Selección de zonas de envío del móvil desde donde sea difícil devolverlo, en situaciones motrices de persecución y de interacción con un móvil. Selección adecuada de las habilidades motrices en situaciones de oposición de contacto. Desmarque y ubicación en un lugar desde el que se constituya un apoyo para los demás en situaciones motrices de colaboración-oposición de persecución y de interacción con un móvil
	3.3.a. Poner en juego en situaciones de prácticas motrices habilidades sociales de diálogo y resolución pacífica de conflictos, respetando cualquier tipo de diversidad, demostrando una actitud crítica y un compromiso activo frente a los estereotipos, las actuaciones discriminatorias y la violencia, teniendo en cuenta el fomento de la igualdad de género.	EFL3.D.4. Identificación y rechazo de conductas violentas o contrarias a la convivencia en situaciones motrices.

Fuente: elaboración propia

TABLA 2. Competencias claves involucradas.

Competencias clave:	Descriptores de salida:
Competencia en comunicación lingüística: El alumnado emplea la expresión oral como herramienta para relacionarse tanto con sus iguales como con la docente. Durante las sesiones, todas las tareas promueven la interacción entre ellos. Además, se reserva la vuelta a la calma para dialogar sobre diversos aspectos, tanto positivos como negativos, de la práctica.	CCL1. Expresa hechos, conceptos, pensamientos, opiniones o sentimientos de forma oral, escrita, signada o multimodal, con claridad y adecuación a diferentes contextos cotidianos de su entorno personal, social y educativo, y participa en interacciones comunicativas con actitud cooperativa y respetuosa, tanto para intercambiar información y crear conocimiento como para construir vínculos personales. CCL5. Pone sus prácticas comunicativas al servicio de la convivencia democrática, la gestión dialogada de los conflictos y la igualdad de derechos de todas las personas, detectando los usos discriminatorios, así como los abusos de poder, para favorecer la utilización no solo eficaz sino también ética de los diferentes sistemas de comunicación.
Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería: El alumnado aplica el razonamiento para determinar la mejor manera de enfrentar los desafíos planteados por las actividades. Además, emplean habilidades matemáticas para organizar la distribución de grupos en las diferentes dinámicas y juegos.	STEM1. Utiliza, de manera guiada, algunos métodos inductivos y deductivos propios del razonamiento matemático en situaciones conocidas, y selecciona y emplea algunas estrategias para resolver problemas reflexionando sobre las soluciones obtenidas.
Competencia personal, social y de aprender a aprender: Durante el desarrollo de las sesiones, el alumnado asume un rol activo en su proceso de aprendizaje, caracterizado por su autonomía y crítica donde reflexiona para autoconocerse, aceptarse y desarrollar un bienestar afectivo.	CPSAA1. Es consciente de las propias emociones, ideas y comportamientos personales y emplea estrategias para gestionarlas en situaciones de tensión o conflicto, adaptándose a los cambios y armonizándolos para alcanzar sus propios objetivos. CPSAA3. Reconoce y respeta las emociones y experiencias de las demás personas, participa activamente en el trabajo en grupo, asume las responsabilidades individuales asignadas y emplea estrategias cooperativas dirigidas a la consecución de objetivos compartidos. CPSAA4. Reconoce el valor del esfuerzo y la dedicación personal para la mejora de su aprendizaje y adopta posturas críticas en procesos de reflexión guiados. CPSAA5. Planea objetivos a corto plazo, utiliza estrategias de aprendizaje autorregulado y participa en procesos de auto y coevaluación, reconociendo sus limitaciones y sabiendo buscar ayuda en el proceso de construcción del conocimiento.
Competencia ciudadana: El alumnado desarrolla capacidades como la empatía, el respeto, la toma de decisiones, la resolución de conflictos, la participación activa y el compromiso con el bien común.	CC2. Participa en actividades comunitarias, en la toma de decisiones y en la resolución de los conflictos de forma dialogada y respetuosa con los procedimientos democráticos, los principios y valores de la Unión Europea y la Constitución española, los derechos humanos y de la infancia, el valor de la diversidad, y el logro de la igualdad de género, la cohesión social y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
Competencia en conciencia y expresión culturales: Durante el desarrollo de las sesiones, el alumnado comprende y respeta la diversidad de expresiones de opiniones, ideas, pensamientos y emociones a través de una forma artística.	CCEC3. Expresa ideas, opiniones, sentimientos y emociones de forma creativa y con una actitud abierta e inclusiva, empleando distintos lenguajes artísticos y culturales, integrando su propio cuerpo, interactuando con el entorno y desarrollando sus capacidades afectivas.

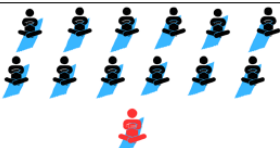
Fuente: elaboración propia

La presente propuesta didáctica se titula “**¡La emoción en acción!**” debido a que el alumnado pondrá en acción todas las emociones. Durante el transcurso de las actividades lúdicas, el alumnado se encontrará expuesto a una variedad de estímulos y desafíos que suscitan emociones diversas, que van desde la excitación y el entusiasmo hasta la frustración y la ira. Esta multiplicidad de experiencias emocionales ofrece una oportunidad única para el desarrollo y la comprensión de la vida emocional del alumnado.

Para contextualizar la situación de aprendizaje y despertar el interés del alumnado, se utiliza como punto de partida la temática abordada en la película "Inside Out". Además, "¡La emoción en acción!" se concibe como una oportunidad estratégica para que el alumnado adquiera habilidades fundamentales de inteligencia emocional. A través de la participación en los juegos, se busca que el alumnado aprenda a reconocer, gestionar y regular sus propias emociones de manera efectiva, así como a comprender las emociones de sus compañeros/as. Esta competencia emocional no solo es esencial para el bienestar psicológico y social de los individuos, sino también para su éxito académico y profesional en la sociedad actual.

Asimismo, dicha propuesta está diseñada para fomentar el trabajo en equipo, la colaboración y la cooperación entre el alumnado. La naturaleza competitiva de los juegos, combinada con un enfoque en la competición sana y el respeto mutuo, les brinda la oportunidad de aprender a trabajar en equipo, a comunicarse de manera efectiva y a resolver conflictos de forma constructiva. Estas habilidades sociales y emocionales son cruciales para el desarrollo de relaciones interpersonales positivas y para el éxito en entornos laborales y académicos.

SESIÓN 1: ¿QUIÉN ES EQUILIBRIO?				
Curso: 5º	Nº alumnos: 24	NEAE: 0	Organización: Grupos de 4 miembros.	Materiales: Lápices de colores y folios blancos.
Duración: 60'	Espacio: Aula.		Recursos didácticos: Imagen de Equilibrio (anexo 1), Video/corto de Inside Out (anexo 2), Espejo de emociones (anexo 3) y Cofre de emociones (anexo 4).	
Criterio de evaluación			Objetivos de la sesión	
3.1.a. Participar en actividades de carácter motor, autorregulando su actuación, controlando y gestionando las emociones negativas, expresándolas de manera adecuada ante sus iguales.			-Comprender qué son las emociones y por qué son importantes en nuestra vida.	
Saberes básicos.			-Identificar diferentes emociones y entender que es normal sentir más de una emoción a la vez.	
EFL3.D.1. Gestión emocional: ansiedad, estrés, ira, tristeza y situaciones motrices. Estrategias de afrontamiento y gestión. Introspección, motivación, capacidad de expresión (asertividad) como medio para superar las diferencias individuales en una práctica, lúdica o deportiva, de todos y para todos.			-Reflexionar sobre cómo podemos gestionar nuestras emociones y cómo podrían afectar en nuestras relaciones.	
			-Participar activamente en el diálogo y compartir experiencias con el resto de iguales.	
			-Generar un clima de confianza donde el alumnado se sienta escuchado, comprendido y respetado.	
Competencias clave: CCL1, CCL5, CPSAA1, CPSAA3 y CPSAA5.			Competencia específica: 3	
IDEAS PREVIAS				
En esta primera sesión, se visualizará un corto de la película "Inside Out", o también conocida como "Del revés", con la finalidad de contextualizar la situación de aprendizaje que se llevará a cabo en las próximas semanas. Enlace al corto: https://www.youtube.com/watch?v=K-J2pW-kXw				
Posteriormente, se realizará una asamblea. El alumnado se sentará en círculo al final de la clase y se hablará acerca de lo que es una emoción, los diferentes tipos de emociones que podemos sentir, la diferencia en cada persona (lo que a una persona puede causar felicidad, a otra persona podría causar miedo, dolor o tristeza) y la importancia de conocer nuestras emociones y saber gestionarlas.				
Para comenzar la asamblea, se llevarán a cabo algunas de las siguientes preguntas:				
1. ¿Qué son las emociones y por qué son importantes? 2. ¿Cuáles son algunas emociones que experimentamos a diario? 3. ¿Cómo nos hacen sentir diferentes emociones, tanto física como mentalmente? 4. ¿Cuáles son algunas formas en las que expresamos nuestras emociones? 5. ¿Qué sucede cuando ignoramos nuestras emociones? 6. ¿Cómo podemos reconocer y gestionar nuestras emociones de manera saludable? 7. ¿Cuáles son algunas estrategias que podemos usar para calmarnos cuando estamos experimentando emociones intensas? 8. ¿Cómo pueden las emociones afectar en nuestras relaciones con los demás? 9. ¿Qué podemos hacer para apoyar a nuestros compañeros cuando están experimentando emociones difíciles?				
Una vez visualizado el video, se le mostrará al alumnado una foto de "EQUILIBRIO" y se le preguntará que quién creen que es o de qué se trata (anexo 1). Este personaje representa <i>todas las emociones a la vez</i> . Por lo tanto, se le explicará al alumnado que formará parte de nosotros y que la acogemos como una nueva emoción, ya que, en muchas ocasiones, podemos sentir diversas emociones al mismo tiempo.				
ACTIVIDADES				
Nº	Descripción			
1	Tormenta de emociones: En esta actividad, se le pedirá al alumnado que piensen en un momento de su vida que hayan sentido muchas emociones a la vez. Puede ser un momento feliz, pero a la vez preocupante, o un momento emocionante pero también triste. Ahora, deberán representar en un folio blanco esa "tormenta emocional" utilizando colores y formas creativas. Una vez que hayan terminado, se invitará a los voluntarios a compartir sus "tormentas emocionales" con el resto de la clase. Pueden explicar qué emociones están representadas en su dibujo y por qué eligieron esas emociones.			
2	Espejismo emocional: Se le mostrará al alumnado el objeto llamado "espejismo emocional" (ver material en anexo 3). Se irán pasando dicho objeto y mirándose en él, explicando al resto de sus compañeros/as cómo se sienten hoy y el porqué. En el espejo, estará "Ira", "Miedo", "Asco", "Alegria", "Tristeza" y "Equilibrio", nuestra nueva emoción.			
FEED-BACK FINAL				
Para finalizar la sesión, se le repartirá al alumnado tres pelotas pequeñas de corcho, de tres colores: una roja con una cara triste, otra amarilla con una cara sin expresión y una verde con una cara feliz. Se le pedirá a cada grupo que elija una pelota dependiendo de cuánto le haya gustado la sesión y, posteriormente, se le pedirá que la inserte en el cofre de emociones (ver material en anexo 4).				
Por último, se realizarán dichas cuestiones:				
¿Os ha gustado esta primera sesión?				
¿Qué ha sido lo más divertido? ¿Y lo que menos os ha gustado?				
¿Pensáis que la temática de la situación de aprendizaje os gustará? ¿Por qué?				
¿Qué añadiríais a la sesión? ¿Y qué hubierais eliminado?				

SESIÓN 2: YOGAEMOTION, MOVIMIENTOS DE LA MENTE Y EL CUERPO.				
Curso: 5º	Nº alumnos: 24	NEAE: 0	Organización: Grupo-clase y 6 grupos de 4 miembros.	
Duración: 60'	Espacio: Parque Astronómico del Barrero.	Recursos didácticos: Tarjetas de yoga (anexo 6) y pegatinas de colores (anexo 5).	Materiales: 24 esterillas y un altavoz.	
Objetivos de la sesión		Saberes básicos.		
-Estimular la energía y la relajación a través de posturas de yoga.		EFL3.D.2. Habilidades sociales: estrategias de trabajo en equipo para la resolución constructiva de conflictos en situaciones motrices colectivas. Respeto y tolerancia a las diferencias individuales, adjudicación de roles, liderazgo, aceptación de responsabilidades.		
-Conocer técnicas de relajación para alcanzar un estado de calma interior.		EFL3.D.1. Gestión emocional: ansiedad, estrés, ira, tristeza y situaciones motrices. Estrategias de afrontamiento y gestión. Introspección, motivación, capacidad de expresión (asertividad) como medio para superar las diferencias individuales en una práctica, lúdica o deportiva, de todos y para todos.		
-Reducir el nivel de estrés mediante técnicas de relajación y posturas de yoga.				
-Fomentar el conocimiento emocional a través del yoga.				
Criterios de evaluación				
2.1.a. Participar en proyectos motores de carácter individual, cooperativo o colaborativo, definiendo metas, secuenciando acciones, observando los cambios durante el proceso y generando producciones motrices de calidad, analizando el grado de ajuste al proceso seguido y al resultado obtenido.				
3.1.a. Participar en actividades de carácter motor, autorregulando su actuación, controlando y gestionando las emociones negativas, expresándolas de manera adecuada ante sus iguales.				
Competencias clave: CCL1, CCL5, CPSAA1, CPSAA3 y CPSAA5.			Competencias específicas: 2 y 3.	
INFORMACIÓN INICIAL				
¡Buenos días! ¿Cómo os encontráis hoy? Antes de comenzar, voy a realizaros algunas preguntas al azar: 1. ¿Qué significa para ti estar en calma? 2. ¿Cómo te sientes cuando estás en calma en comparación con cuando estás estresado o ansioso? 3. ¿Por qué crees que es importante conocer nuestras propias emociones? 4. ¿Qué beneficios crees que tiene estar en calma para entender mejor nuestras emociones? 5. ¿Cuáles son algunas formas en las que podemos practicar la calma en nuestra vida diaria? 6. ¿Cómo crees que la práctica del yoga puede ayudarnos a estar más en calma y conectados con nuestras emociones? Cuando se hayan trabajado de forma oral estas cuestiones, se le explicará al alumnado que es esencial estar en calma para comprender nuestras emociones. Pues, al realizar actividades al aire libre, nuestra mente conecta con la naturaleza y nos proporciona una oportunidad única para reconectar con nuestra esencia más profunda, encontrar equilibrio emocional y cultivar una mayor comprensión de nosotros mismos y del mundo que nos rodea. Por ello, es imprescindible aprovechar este espacio de tranquilidad y reflexión. La sesión será una clase de "yoga adaptado" y el objetivo principal es que conectemos con nosotros mismos y relajemos la mente, pues para conocer nuestras emociones es imprescindible saber estar en calma. Durante toda la sesión habrá una música relajante de fondo que nos ayudará a concentrarnos en el ejercicio.				
CALENTAMIENTO				
Nº	Descripción	Representación		T
1	Respiración alegre: Cada alumno/a sentado/a en su esterilla con las piernas cruzadas, recordará un momento alegre y realizará la respiración relajante. Esta consiste en inspirar durante 4 segundos, retener la respiración durante unos 6 segundos y, exhalar, dejando que la alegría del recuerdo se extienda por nuestro cuerpo.			5'
2	Estiramiento melancólico: Cada alumno/a de nuevo en su esterilla, comenzará a realizar los estiramientos que el docente vaya indicando. Comenzarán por la postura de la mariposa y terminarán con la postura de la pinza. El docente realizará estos estiramientos a la vez que el alumnado.			5'

PARTE PRINCIPAL			
Nº	Descripción	Representación	T
3	Posturas emocionales: Esta actividad consiste en realizar algunos estiramientos relacionados con las emociones. -Postura del arco: alegría y apertura. -Postura del gato: liberación de tristeza. -Postura del guerrero: abrazar la ira. -Postura del abrazo: calma y aceptación. -Postura del puente: amistad y conexión. Por último, se le pedirá al alumnado que se pongan en grupos de cuatro miembros y que lleven a cabo de forma individual la postura que más les haya gustado. Luego se le preguntará qué han sentido y podrán compartir sus sentimientos.		18'
4	Emoción con pasión: En grupos de cuatro, se le asignará a cada grupo una emoción y, para diferenciarlos de los demás, se le proporcionará una pegatina a cada miembro del grupo (especificando su color). A continuación, el docente esconderá cuatro tarjetas de emociones por el espacio (acordado y limitado) que cada grupo deberá encontrar. Por lo que, el docente esconderá cuatro tarjetas de cada grupo y color. Cuando les den la vuelta a las tarjetas de emociones, verán una postura/estiramiento de yoga y relajación. El primer grupo que consiga todas sus tarjetas deberá ir al punto de encuentro y realizar, todos a la vez, la postura de su tarjeta. La única regla es que deben mantener la calma, ir todo el grupo junto a buscar las tarjetas en silencio y no correr mientras las están buscando.		10'
VUELTA A LA CALMA			
Nº	Descripción	Representación	T
5	Viaje emocional: El alumnado se sentará en el suelo en forma de círculo. Cerrarán sus ojos e irán pasando una tarjeta de emociones. Cuando la música se pare, la persona que tenga la tarjeta tendrá que colocarse en el centro del círculo y realizar el estiramiento que indique su tarjeta. En cada ronda, se cambiará de tarjeta para que haya diferentes posturas y movimientos.		7'
FEED-BACK FINAL			

Para finalizar la sesión, se le repartirá al alumnado tres pelotas pequeñas de corcho, de tres colores: una roja con una cara triste, otra amarilla con una cara sin expresión y una verde con una cara feliz. Se le pedirá a cada grupo que elija una pelota dependiendo de cuánto le haya gustado la sesión y, posteriormente, se le pedirá que la inserte en el cofre de emociones de la sesión anterior.

Además, se realizarán las siguientes cuestiones:

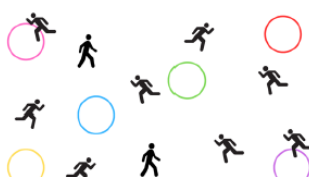
- ¿Creéis que habéis logrado encontrar la calma en los ejercicios?
- ¿Consideráis que es fundamental estar en calma para expresar emociones o saber diferenciarlas/gestionarlas?
- ¿Os ha gustado la sesión? ¿Qué mejoraríais o cambiaríais de ella?
- ¿Y algunos aspectos positivos para repetir en futuras sesiones?

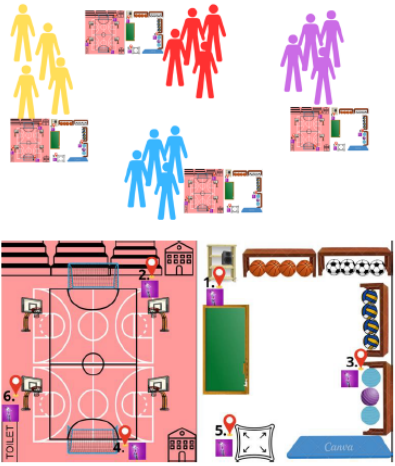
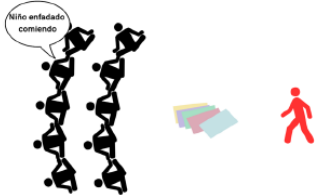
SESIÓN 3: ¿EQUIPO EMOCIÓN O EQUIPO EQUILIBRIO?				
Curso: 5º	Nº alumnos: 24	NEAE: 0	Organización: Grupo-clase y grupos de cuatro/seis miembros.	
Duración: 60'	Espacio: Patio del centro.	Recursos didácticos: Cartas de emociones (anexo 7).	Materiales: Altavoz, 12 pelotas de colores, 24 aros, 6 vallas, 6 combas y 35 conos redondos.	
Objetivos de la sesión		Saberes básicos.		
-Identificar las propias emociones y su autogestión en situaciones motrices.		EFL3.B.1. Usos y finalidades: catárticos, lúdico-recreativos, cooperativos, competitivos, agonísticos, funcional, social, expresiva y comunicativa, creativa o de interacción.		
-Desarrollar habilidades de autocontrol en situaciones no agradables o de competitividad.		EFL3.D.1. Gestión emocional: ansiedad, estrés, ira, tristeza y situaciones motrices. Estrategias de afrontamiento y gestión. Introspección, motivación, capacidad de expresión (asertividad) como medio para superar las diferencias individuales en una práctica, lúdica o deportiva, de todos y para todos.		
-Practicar la resolución de problemas y la cooperación entre iguales mediante juegos activos.		EFL3.D.2. Habilidades sociales: estrategias de trabajo en equipo para la resolución constructiva de conflictos en situaciones motrices colectivas. Respeto y tolerancia a las diferencias individuales, adjudicación de roles, liderazgo, aceptación de responsabilidades.		
-Propiciar una actitud positiva frente a la competencia, celebrando los logros propios y los ajenos.				
Criterios de evaluación				
2.2.a. Vivenciar principios básicos de toma de decisiones en situaciones lúdicas, juegos modificados y actividades deportivas a partir de la anticipación, ajustándolos a las demandas derivadas de los objetivos motores y a la lógica interna de situaciones individuales, de cooperación, de oposición y de colaboración oposición, en contextos reales o simulados de actuación.				
3.1.a. Participar en actividades de carácter motor, autorregulando su actuación, controlando y gestionando las emociones negativas, expresándolas de manera adecuada ante sus iguales.				
3.2.a. Respetar las normas consensuadas, así como las reglas de juego, actuando con deportividad y juego limpio, afrontando los conflictos de forma dialógica y con asertividad.				
Competencias clave: CCL1, CCL5, CPSAA1, CPSAA3, CPSAA4, CPSAA5, STEM1 y CC2.			Competencias específicas: 2 y 3.	
INFORMACIÓN INICIAL				
¡Comenzamos con la tercera sesión de esta situación de aprendizaje! Como ya sabéis, en dicha propuesta didáctica desarrollamos el saber básico D, que hace referencia a las emociones y su autogestión. En esta sesión, llevaremos a cabo diferentes juegos que tratan la película de Inside Out y sus personajes, además de enfrentarnos a juegos de competición, de equipo y de cooperación, donde tendremos que gestionar vuestras emociones y solucionar los conflictos que puedan aparecer de forma pacífica y asertiva.				
Por último, es necesario informaros de que el objetivo principal de la sesión es que os enfrentéis a situaciones que os provocan diversas emociones a la vez, y que seáis capaces de gestionarlas y resolverlas de la mejor forma posible. ¿Tenéis alguna duda?				
CALENTAMIENTO				
Nº	Descripción	Representación		T
1	Armonía emocional: Se colocarán seis aros de diferentes colores en el suelo y dentro de cada aro, habrá una tarjeta que muestre un personaje de Inside Out o emoción: ira, miedo, asco, alegría, tristeza y el nuevo, llamado equilibrio. Empezarán a trotar por todo el espacio mientras suena una canción, y el docente irá mencionando diferentes tipos de desplazamiento: skipping delantero y trasero, lateral, marcha atrás, sprint, pata coja... Cuando la canción se pare, deberán ir corriendo hacia la emoción que les ha provocado esa canción. El último que llegue al aro tendrá que realizar un reto (sentadillas, burpees, flexiones).			8'
2	¿Cuál eres tú?: Seguiremos con grupos de cuatro miembros, y se le asignará a cada miembro del grupo una emoción (ira, alegría, tristeza y equilibrio). Luego, se dispersarán por todo el espacio trotando y expresando esa emoción, por lo que deberán encontrar a su nuevo grupo (el grupo entero de una emoción).			5'

PARTE PRINCIPAL			
Nº	Descripción	Representación	T
3	¿Alegria, tristeza, asco...?: Esta actividad es parecida al juego tradicional de "el pañuelito". El docente realizará grupos de 6 miembros y le asignará a cada miembro una emoción. Posteriormente, se colocará un equipo en frente de otro y en medio de estos, habrá pelotas de colores. Cada pelota representa una emoción dependiendo de su color: amarillo (alegria), rojo (ira), lila (miedo), verde (asco), azul (tristeza) y rosa (equilibrio). La docente dirá en alto la emoción y las personas que la tengan asignada deberán salir corriendo a coger la pelota correspondiente y volver a su sitio sin que el miembro del otro equipo lo pille. Si lo pillase, el punto se lo quedaría el equipo que ha pillado. Ganará el equipo que más puntos consiga. Variante: Se cambian las emociones asignadas.		12'
4	Circuito de sensaciones: Se dividirá al alumnado de nuevo en grupos de cuatro miembros y se le asignará a cada grupo una emoción. Tendrán que realizar el circuito y al llegar al final, habrá muchas cartas boca abajo. Pues, tendrán que levantar una, si pertenece a su emoción deberán llevársela a su grupo y chocarle la mano al compañero para que salga, pero si no pertenece a su emoción, deberá dejarla como estaba y volver a su grupo para que salga su compañero. Ganará el equipo que consiga antes sus cuatro cartas.		13'
5	¡Atrapa tu emoción!: Se dejarán los mismos grupos de la actividad anterior. Ahora, se dispersarán por el suelo conos redondos y, debajo de estos, estarán escondidas las cartas de emociones. Habrá muchos conos que no tengan carta y otros que sí tengan. El objetivo es que vayan saliendo, levanten un cono, si esta su carta la deben coger y llevarla a su grupo, pero si no está, deben dejarla en su sitio y como estaba. Ganará el equipo que consiga antes sus cartas. Variante: Salir a coger la carta a la pata coja, salir en parejas de la mano, desplazamientos laterales...		12'
VUELTA A LA CALMA			
Nº	Descripción	Representación	T
6	Cadena emocional: El alumnado se sentará en círculo en el suelo. Uno de ellos es seleccionado al azar para iniciar el juego. El docente le pide que cree o piense una frase relacionada con las emociones. Esta frase se susurrará al oído del compañero/a más cercano, quien a su vez la transmite en voz baja al siguiente compañero/a. El proceso continúa hasta que la frase llega al último miembro, quien la comparte en voz alta. El objetivo es que la frase final sea idéntica a la original. Se harán varias rondas con diferentes frases.		11'
FEED-BACK FINAL			
Para finalizar y, como en todas las sesiones, se le repartirá al alumnado las tres pelotas pequeñas de corcho, que representan cuánto les ha gustado la sesión, y se les pedirá que metan la pelota correspondiente en el cofre de emociones. Asimismo, se realizarán las siguientes cuestiones: - ¿Qué es lo que más os ha gustado de la sesión? ¿Y lo que menos? - ¿Creéis que habéis logrado el objetivo de la sesión? - ¿Os gustan más los juegos cooperativos o de competición? - ¿Qué actividad os ha provocado más emociones a la vez? ¿Por qué?			

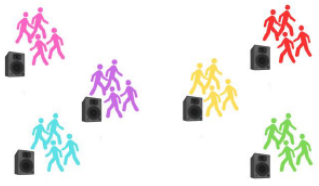
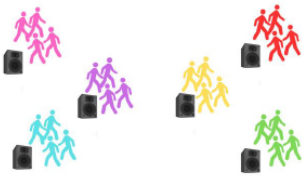
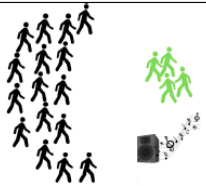
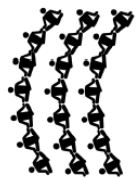
SESIÓN 4: ¡CONOCETE A TI MISMO Y A TUS EMOCIONES!				
Curso: 5º	Nº alumnos: 24	NEAE: 0	Organización: Grupo-clase, dos subgrupos y grupos de cuatro.	
Duración: 60'	Espacio: Patio del centro.	Recursos didácticos: Cartas de letras (anexo 9), dados de emociones (anexo 10) y ruletas de emociones (anexo 8).		Materiales: 6 picas, 24 aros, 6 combas, 30 pelotas gomaespuma y 6 conos.
Objetivos de la sesión		Saberes básicos.		
-Reconocer emociones personales y aprender a manejarlas durante el transcurso de actividades físicas.		EFL3.D.2. Habilidades sociales: estrategias de trabajo en equipo para la resolución constructiva de conflictos en situaciones motrices colectivas. Respeto y tolerancia a las diferencias individuales, adjudicación de roles, liderazgo, aceptación de responsabilidades.		
-Fomentar la resolución colaborativa de problemas y el trabajo en equipo a través de juegos físicos.		EFL3.D.4. Identificación y rechazo de conductas violentas o contrarias a la convivencia en situaciones motrices.		
-Promover una mentalidad positiva hacia la competencia, aprendiendo a ganar y a perder en juegos competitivos.		EFL3.C.1. Toma de decisiones: selección de acciones en función del entorno en situaciones motrices individuales. Selección de acciones para el ajuste espaciotemporal en la interacción con los compañeros y compañeras en situaciones cooperativas. Selección de zonas de envío del móvil desde donde sea difícil devolverlo, en situaciones motrices de persecución y de interacción con un móvil. Selección adecuada de las habilidades motrices en situaciones de oposición de contacto. Desmarque y ubicación en un lugar desde el que se constituya un apoyo para los demás en situaciones motrices de colaboración-oposición de persecución y de interacción con un móvil.		
-Mejorar la capacidad de controlar las emociones en contextos desafiantes o competitivos.				
Criterios de evaluación				
2.2.a. Vivenciar principios básicos de toma de decisiones en situaciones lúdicas, juegos modificados y actividades deportivas a partir de la anticipación, ajustándolos a las demandas derivadas de los objetivos motores y a la lógica interna de situaciones individuales, de cooperación, de oposición y de colaboración oposición, en contextos reales o simulados de actuación.				
3.1.a. Participar en actividades de carácter motor, autorregulando su actuación, controlando y gestionando las emociones negativas, expresándolas de manera adecuada ante sus iguales.				
3.2.a. Respetar las normas consensuadas, así como las reglas de juego, actuando con deportividad y juego limpio, afrontando los conflictos de forma dialogica y con asertividad.				
Competencias clave: CCL1, CCL5, CPSAA1, CPSAA3, CPSAA4, CPSAA5, STEM1 y CC2.			Competencias específicas: 2 y 3.	
INFORMACIÓN INICIAL				
Adentrándonos en la cuarta sesión de esta situación de aprendizaje, seguimos trabajando con el saber básico D. <i>¿Alguien podría decirme de qué trataba este saber?</i> En esta sesión, llevaremos a cabo nuevos juegos que tratan la película de Inside Out y algunas de sus emociones, donde tendremos que trabajar en equipo y de forma cooperativa en diferentes desafíos, comprender a fondo qué sentís en cada momento y cómo gestionarlo. ¡Es todo un reto!				
Además, es esencial informaros de que el objetivo principal de la sesión es que conozcáis todas las emociones, así como que desarrolléis habilidades de regulación emocional, lo que implica identificar nuestras propias emociones y las de los demás y aprender estrategias efectivas para manejarlas. <i>¿Alguna duda?</i>				
CALENTAMIENTO				
Nº	Descripción	Representación		T
1	Emoción al instante: El alumnado comenzará trotando por el espacio y el docente dirá una emoción. En cada emoción, el alumnado deberá realizar la siguiente representación. Ira: saltos y nos agachamos. Tristeza: nos abrazamos a nosotros mismos. Alegria: saltos y desplazamientos laterales. Equilibrio: palmadas y nos agachamos.			5'
2	Aventuras y emociones: La docente irá contando una historia en voz alta y el alumnado deberá ir moviéndose por el espacio mientras la representa con su cuerpo. En la historia/cuento, aparecerán todas las emociones de la película de Inside Out y equilibrio. Variante: un alumno al azar deberá ser ahora el que cuente una historia improvisada y los demás tendrán que representarla.			5'

PARTE PRINCIPAL			
Nº	Descripción	Representación	T
3	La ruleta de emociones: Cada grupo tendrá una ruleta de emociones, tendrán que girarla y realizar el circuito expresando esa emoción. Por ejemplo: Si les ha tocado la emoción de ira, deberán ir tensos muscularmente, con postura corporal rígida, expresión facial intensa... Al final del circuito, habrá letras que deberán ir recaudando para formar el nombre de una o varias emociones.		15'
4	¿Alegria o tristeza?: Se divide al alumnado en dos grupos. Uno será la alegría y otro la tristeza. Cada grupo tendrá su propio campo. Se dispersarán muchas pelotas de gomaespuma por el espacio y al sonido del silbato deberán mandarlas al campo del otro equipo. Cuando se acabe el tiempo y suene de nuevo el silbato, el equipo que tenga menos pelotas en su campo habría ganado. Se harán varias rondas con variantes: golpear con pie derecho, golpear con pie izquierdo, coger la pelota con las manos, la pelota debe ser tocada por dos miembros de un equipo antes de pasarla al otro campo...		13'
5	¡Adrenalina y puntería! Cada grupo tendrá un dado de emociones. El dado tendrá en cada una de sus caras una emoción. Por lo que, por grupos, deberán tirar el dado, dependiendo de la emoción que salga, cogerán un aro de ese color y deberán intentar encestarlo. Tendrán tres intentos. Cuando suene el silbato, el grupo que más aros haya enceestado en la pica habrá ganado. Variantes: Lanzar con mano no dominante.		10'
VUELTA A LA CALMA			
Nº	Descripción	Representación	T
6	Inside Out en acción: Cada grupo tendrá asignada una emoción. Pues tendrán unos minutos para preparar un pequeño teatro que represente esa emoción, es decir, teatralizar una situación que a ellos les provoque dicha emoción. Todos los miembros deberán participar en la actuación y la expresión verbal no será válida, únicamente la expresión corporal. Se votará que grupo ha sido más creativo o divertido y ese será el equipo ganador.		12'
FEED-BACK FINAL			
Concluyendo con la sesión, se le entregará al alumnado tres pelotas pequeñas de corcho, las cuales simbolizan su nivel de satisfacción con la sesión. Por lo que, se les pedirá que depositen la pelota adecuada en el cofre de emociones. Asimismo, el docente pedirá al alumnado que se sienten en el suelo en media luna y se realizarán las siguientes cuestiones: - ¿Podríais decir aspectos positivos y no tan positivos de la sesión? - ¿Creéis que es importante la expresión corporal? ¿Somos capaces de comunicarnos mediante el cuerpo? - ¿Habéis logrado el objetivo principal de la sesión? - ¿Qué actividad os ha provocado más emociones a la vez? ¿Por qué? - ¿Qué juego/actividad ha sido vuestra favorita y el porqué? ¿Y cual el más aburrido?			

SESIÓN 5: ¿DÓNDE ESTÁN LAS EMOCIONES?				
Curso: 5º	Nº alumnos: 24	NEAE: 0	Organización: Grupo-clase y grupos de tres, cuatro/seis.	
Duración: 60'	Espacio: Pabellón/patio del centro.	Recursos didácticos: Mapas personalizados para cada grupo (anexo 11), cartas de retos (anexo 12) y cartas de acción, persona y emoción (anexo 13).		Materiales: 6 aros de colores.
Objetivos de la sesión -Fomentar el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la cooperación. -Desarrollar habilidades de comunicación y toma de decisiones en grupo. -Promover el liderazgo compartido, donde todos los miembros del grupo contribuyan al éxito común. -Estimular el pensamiento estratégico planificando y ejecutando estrategias para completar la carrera de orientación de manera eficiente. -Utilizar de forma eficaz el mapa, orientándose en él y tomando decisiones basadas en la información proporcionada.		Saberes básicos. EFL3.D.1. Gestión emocional: ansiedad, estrés, ira, tristeza y situaciones motrices. Estrategias de afrontamiento y gestión. Introspección, motivación, capacidad de expresión (asertividad) como medio para superar las diferencias individuales en una práctica, lúdica o deportiva, de todos y para todos. EFL3.D.2. Habilidades sociales: estrategias de trabajo en equipo para la resolución constructiva de conflictos en situaciones motrices colectivas. Respeto y tolerancia a las diferencias individuales, adjudicación de roles, liderazgo, aceptación de responsabilidades. EFL3.D.3. Concepto de fairplay o «juego limpio». Acciones que muestren una amenaza a la práctica deportiva. Hábitos no adecuados, conductas violentas, manipulación del juego.		
Criterios de evaluación 2.2.a. Vivenciar principios básicos de toma de decisiones en situaciones lúdicas, juegos modificados y actividades deportivas a partir de la anticipación, ajustándolos a las demandas derivadas de los objetivos motores y a la lógica interna de situaciones individuales, de cooperación, de oposición y de colaboración oposición, en contextos reales o simulados de actuación. 3.1.a. Participar en actividades de carácter motor, autorregulando su actuación, controlando y gestionando las emociones negativas, expresándolas de manera adecuada ante sus iguales. 3.2.a. Respetar las normas consensuadas, así como las reglas de juego, actuando con deportividad y juego limpio, afrontando los conflictos de forma dialógica y con asertividad.				
Competencias clave: CCL1, CCL5, CPSAA1, CPSAA3, CPSAA4, CPSAA5, STEM1 y CC2.			Competencias específicas: 2 y 3.	
INFORMACIÓN INICIAL Comenzamos con la quinta sesión de nuestra situación de aprendizaje. ¿Cómo os sentís? ¿Creéis que estáis aprendiendo a gestionar vuestras emociones? En esta sesión, siguiendo con el saber básico F, trataremos una carrera de orientación donde tendréis que ir consiguiendo diferentes retos que más tarde os explicaré. Como siempre, la temática es la película de Inside Out y el objetivo principal de la sesión es aprender a cooperar entre todo el grupo para llegar a un fin común, aceptando las diferencias y gestionando nuestras emociones, así como intentando comprender las de los demás. ¿Hay alguna duda por resolver?				
CALENTAMIENTO				
Nº	Descripción	Representación		
1	Emoción en círculo: Se repartirán diferentes aros por el espacio que tendrán asignada es una emoción y el alumnado comenzará a trotar. Cuando la docente grite una emoción, deben irse al aro correspondiente. El que llegue el último, tendrá un pequeño reto que será elegido por el alumnado. Realizarán varios tipos de desplazamiento: a pata coja, skipping delantero, skipping trasero, lateral...			
2	Una ligera emoción: El alumnado se agrupará en tríos. Cada alumno/a tendrá asignada una emoción (alegría, tristeza o equilibrio). La docente gritará una emoción de esas al azar, indicando a cuál de ellas habrá que pillar. Irá indicándolo sucesivamente, así como los desplazamientos. Los bancos serán casa. Variante: los bancos ya no serán casa.			

PARTE PRINCIPAL			
Nº	Descripción	Representación	T
3	¡Orientación y aventura! El alumnado se dividirá en grupos de cuatro y se le asignará una emoción a cada grupo. Además, se le repartirá una imagen que imita un mapa del recreo y del pabellón del centro. Tendrán que ir a cada punto de dicho mapa y encontrar la carta de su emoción. Una vez encontrada, deberán realizar el reto correspondiente. Hay diferentes retos que deberán realizar en grupo, otros en los que deberán preparar algo y mostrárselo a la docente... NORMAS: 1. El alumnado debe ir en orden, realizando reto por reto. 2. No es válido realizar dos retos a la vez o uno después de otro. El alumnado debe volver al punto de encuentro donde está la docente para enseñarle el reto realizado. 3. El grupo no se puede separar en ningún momento. 4. Todos los integrantes del grupo deben saber de qué trata el reto, por lo que deben realizarlo de forma cooperativa. 5. No cambiar de sitio las cartas de otros grupos. Si la docente viera a algún grupo haciendo trampas (separándose o yendo a buscar varias cartas a la vez), este grupo tendría que realizar los retos de nuevo, es decir, deberá empezar de nuevo la carrera de orientación.		38'
VUELTA A LA CALMA			
Nº	Descripción	Representación	T
4	Gestos con emoción: El alumnado se sentará en el suelo en forma de medialuna. Irán saliendo alumnos/as al azar y se les pedirá que cojan una carta de cada taco (3 cartas en total). En una carta habrá una persona (madre, abuelo, niño, famoso...), en otra carta, una emoción y en la última carta, una acción (comiendo, bebiendo, haciendo deporte...). Deberán representar la fusión de esas tres cartas únicamente con la expresión corporal y el alumnado sentado tendrá que adivinarlo.		10'
FEED-BACK FINAL			
Al finalizar la sesión, se le proporcionará a cada grupo tres pelotas pequeñas de corcho, cada una de un color, representando su nivel de satisfacción con la sesión. Se les pedirá que coloquen la pelota correspondiente en el cofre de emociones como indicador de su experiencia. Además, la docente pedirá al alumnado que se sienten en el suelo en media luna y se realizarán las siguientes preguntas: - ¿Os ha gustado esta sesión? ¿Y la metodología? - ¿Ha habido problemas en el grupo? ¿Habéis sabido solucionarlos? - ¿Podríais destacar aspectos positivos y negativos de la sesión y de su organización?			

SESIÓN 6: RITMOS DEL CORAZÓN, EXPLORANDO EMOCIONES A TRAVÉS DE LA DANZA.				
Curso: 5º	Nº alumnos: 24	NEAE: 0	Organización: Grupo-clase, parejas y grupos de cuatro/seis.	
Duración: 60'	Espacio: Pabellón.	Recursos didácticos: No son necesarios en esta sesión.	Materiales: 6 altavoces.	
Objetivos de la sesión		Saberes básicos.		
-Explorar las emociones a través del movimiento y la danza, utilizando el cuerpo como medio de comunicación.		EFL3.E.2. Usos comunicativos de la corporalidad: comunicación de sensaciones, sentimientos, emociones e ideas complejas.		
-Desarrollar la conciencia corporal, tomando conciencia de cómo las emociones se reflejan en nuestro cuerpo.		EFL3.E.3. Práctica de actividades rítmico-musicales con carácter expresivo.		
-Experimentar las calidades del movimiento para expresar emociones y estados de ánimo.		EFL3.D.2. Habilidades sociales: estrategias de trabajo en equipo para la resolución constructiva de conflictos en situaciones motrices colectivas. Respeto y tolerancia a las diferencias individuales, adjudicación de roles, liderazgo, aceptación de responsabilidades.		
-Fomentar el trabajo en equipo en la elaboración de coreografías.				
Criterios de evaluación				
3.1.a. Participar en actividades de carácter motor, autorregulando su actuación, controlando y gestionando las emociones negativas, expresándolas de manera adecuada ante sus iguales.				
3.2.a. Respetar las normas consensuadas, así como las reglas de juego, actuando con deportividad y juego limpio, afrontando los conflictos de forma dialógica y con asertividad.				
4.3.a. Ejecutar composiciones, con o sin soporte musical, y comunicar diferentes sensaciones, emociones e ideas, de forma estética y creativa, usando los recursos rítmicos y expresivos de la motricidad.				
Competencias clave: CCL1, CCL5, CPSAA1, CPSAA3, CPSAA4, CPSAA5, CC2 y CCEC3.			Competencia específica: 4.	
INFORMACIÓN INICIAL				
Comenzamos con la sexta sesión donde seguimos trabajando la expresión corporal, pero esta vez incorporamos la danza. El objetivo principal de esta sesión es que realicéis una pequeña coreografía en grupo donde expreséis una emoción, la cual será asignada a cada grupo. No os preocupéis ya que no tiene que ser una coreografía muy elaborada, yo personalmente voy a explicar algunos pasos en el calentamiento y luego vosotros formaréis vuestra coreografía. Ahora voy a nombrar a los grupos y sus componentes. Además, cada grupo tendrá una zona asignada del pabellón para crear su coreografía. Espero que disfrutéis la clase y que lo paséis genial. ¿Alguna duda?				
CALENTAMIENTO				
Nº	Descripción	Representación		T
1	Calidades del movimiento: La docente comienza explicando qué son las calidades del movimiento. Mientras las explica, el alumnado se coloca en medialuna, atiende y repite sus movimientos. Una vez que el alumnado tenga claro los cuatro factores: <i>gravedad</i> (movimientos pesados o livianos), <i>duración</i> (movimientos mantenidos o súbitos), <i>trayectorias</i> (movimientos directos o indirectos) y <i>tensión</i> (movimientos fuertes o suaves), comenzarán a moverse por el espacio y la docente irá nombrando diferentes tipos de movimiento que tendrán que realizar.			8'
2	Espejo de calidad: El alumnado se divide en parejas. Uno de ellos asumirá el papel de líder y comenzará a realizar diferentes movimientos con su cuerpo imitando las calidades del movimiento vistas con anterioridad. La pareja tendrá que imitar los movimientos del líder como si fuese su reflejo y decir qué calidad del movimiento están representando. Al toque del silbato, intercambian sus roles. Nota: si fuese necesario, la docente apuntaría en la pizarra estos factores y sus movimientos con la finalidad de facilitárselo al alumnado.			5'

PARTE PRINCIPAL			
Nº	Descripción	Representación	T
3	Movimientos emocionales: En esta actividad, la docente dividirá al alumnado en diferentes grupos de cuatro y le asignará a cada uno de los grupos una emoción. Cada grupo se colocará en una zona del pabellón y comenzarán a poner en común diferentes movimientos para su coreografía. Por ejemplo: para la alegría, podrían enfocarse en movimientos súbitos y directos, mientras que para la tristeza podrían utilizar movimientos pesados y mantenidos. Cada grupo tendrá un pequeño altavoz con la música correspondiente (1 minuto de canción).		7'
4	Creación de coreografía emocional: Una vez que tenemos los movimientos más claros, comenzamos con la elaboración de coreografías. Estas serán elegidas y realizadas totalmente por el alumnado, la docente únicamente se irá pasando por los grupos y observará cómo trabajan.		25'
5	Presentación de coreografías: El alumnado se sentará en el suelo en medialuna y la docente irá nombrando grupos que deberán salir a representar su baile. Posteriormente, el alumnado restante deberá decir qué emoción cree que están representando.		9'
VUELTA A LA CALMA			
Nº	Descripción	Representación	T
6	Respiración calmante: El alumnado se sentará en el suelo del pabellón formando un círculo. La docente irá nombrando una secuencia de movimientos simples con la intención de que se sincronicen con la respiración del alumnado. Por ejemplo: Respirar profundamente al levantar los brazos hacia arriba y soltar el aire lentamente al bajarlos.		6'
FEED-BACK FINAL			
Al finalizar la sesión, se le proporcionará a cada grupo tres pequeñas pelotas de corcho, cada una representando un nivel de satisfacción con las actividades. Luego, se le pedirá que inserten la pelota correspondiente en el cofre de emociones como una forma de expresar cómo se sintieron durante la sesión. Además, el docente pedirá al alumnado que se sienten en el suelo en media luna y se realizarán las siguientes cuestiones: - ¿Qué os ha parecido la sesión de danza? ¿Cambiaríais algo? - ¿Qué es lo que más os ha gustado y qué es lo que menos? - ¿Creéis que se ha logrado el objetivo principal de la sesión?			

SESIÓN 7: ELABORACIÓN DE PRODUCTOS FINALES.				
Curso: 5º	Nº alumnos: 24	NEAE: 0	Organización: 6 grupos de 4 miembros.	Materiales: Cartulinas, colores, tijeras, pegamento, fotos de alumnos/as, rotuladores y pinzas.
Duración: 60'		Espacio: Aula.	Recursos didácticos: Imágenes impresas de los personajes de Inside Out (anexo 14).	
Criterio de evaluación			Objetivos de la sesión	
3.1.a. Participar en actividades de carácter motor, autorregulando su actuación, controlando y gestionando las emociones negativas, expresándolas de manera adecuada ante sus iguales.			-Identificar y comprender una variedad de emociones, así como a reconocer cómo se manifiestan en diferentes situaciones.	
Saberes básicos.			-Desarrollar habilidades artísticas al trabajar con materiales como cartulina, colores y otros elementos de manualidades.	
EFL3.D.2. Habilidades sociales: estrategias de trabajo en equipo para la resolución constructiva de conflictos en situaciones motrices colectivas. Respeto y tolerancia a las diferencias individuales, adjudicación de roles, liderazgo, aceptación de responsabilidades.			-Estimular la creatividad al crear diseños únicos y originales en sus productos finales.	
			-Fomentar el trabajo en equipo y cooperativo, compartiendo ideas y opiniones.	
Competencias clave: CCL1, CCL5, CPSAA1, CPSAA3 y CPSAA5.			Competencia específica: 3.	
INFORMACIÓN INICIAL				
Comenzamos con la última sesión de esta situación de aprendizaje. Como ya sabéis, al finalizar realizamos productos finales. ¡Esta vez son tres y os van a gustar mucho! En primer lugar, un emociómetro. ¿Qué creéis que puede ser? Pronto lo explico y empezamos a hacerlo. También vamos a realizar un nuevo personaje de Inside Out y un trabajo de emociones que explicaré a continuación. ¡Manos a la obra!				
ACTIVIDADES				
Nº	Descripción			
1	Emociómetro: Para realizar este "termómetro de emociones", el alumnado se dividirá en grupos y se le repartirá a cada uno de ellos una cartulina, además de colores, tijeras, pegamento y las imágenes impresas de los personajes de Inside Out. Se le pedirá a cada grupo que realicen su parte del termómetro y posteriormente la docente lo pegará y terminará construyendo dicho termómetro.			
2	Equilibrio emocional: Se le repartirá a cada alumno/a tres cartulinas. Se pegarán de forma que se desplieguen como las páginas de un libro. Al abrirlo, el alumno deberá pegar en los pliegues diferentes fotos suyas que habrá traído impresas en papel. Debajo de la foto, deberán escribir qué sienten y cómo suelen gestionar dicha emoción.			
3	Creación de un nuevo personaje de Inside Out: Entre todos, se pondrá en común una emoción que no hayamos tratado en esta situación de aprendizaje y que se crea importante, o una emoción que se considere necesaria mejorar en términos de autogestión... Algunas de ellas podrían ser la envidia, la angustia, la timidez, el asombro... Una vez seleccionada, se creará al personaje mediante inteligencia artificial con la colaboración del alumnado y la docente, y se le otorgarán unas normas/pautas de comportamiento. El alumnado deberá tener en cuenta esas normas, que le ayudarán a gestionar a esa emoción cuando aparezca. Se imprimirá una fotografía del personaje con aquellas pautas y se colgará en la pared del aula con la finalidad de que el alumnado recuerde diariamente la presencia de la nueva emoción y algunas opciones para gestionarla.			
FEED-BACK FINAL				
Para finalizar la presente situación de aprendizaje, se llevará a cabo un feedback más duradero, donde se hablen de diversos aspectos que han aprendido durante todo el desarrollo de la propuesta. Además de realizar, como en todas las sesiones, la actividad del cofre de emociones para saber el grado de satisfacción con la sesión.				
Posibles preguntas para el feedback:				
-¿Cuál ha sido la sesión que más os ha gustado? ¿Y la que menos?				
-¿Creéis que se han alcanzado los objetivos de la propuesta?				
-¿Creéis que habéis aprendido la habilidad para aceptar tanto la victoria como la derrota?				
-¿Qué es la autogestión emocional? ¿La habéis superado?				
-¿Qué aspectos consideraréis que se deben mejorar en las sesiones? ¿Y cuáles estaban muy claros?				

Tras finalizar la propuesta educativa y con la intención de conocer las sensaciones del alumnado y si ha sido satisfactoria el desarrollo de esta, pasaremos a la evaluación de la práctica docente por parte de los alumnos, creando una rúbrica evaluativa.

TABLA 3. Evaluación de la práctica docente

Indicadores			
Muestra una gran motivación ante las actividades, toma la iniciativa y se esfuerza continuamente.			
Identifica y resuelve los problemas de manera independiente, encontrando soluciones comunes y justas con sus compañeros/as.			
Muestra empatía hacia los demás, teniendo consideración por las emociones y sentimientos de sus compañeros/as.			
Coopera de manera eficaz, fomenta la colaboración y el trabajo en equipo.			
Es solidario/a, mostrando sentido de compañerismo y apoyando activamente a sus compañeros/as.			
Cuida el material, demostrando un alto nivel de respeto y responsabilidad.			

Fuente: elaboración propia

Así mismo, habrá una rúbrica de autoevaluación docente para evaluar la intervención.

TABLA 4. Autoevaluación docente

Indicadores	Si	A veces	No
¿Estaban totalmente claros los objetivos de la propuesta y, en concreto, de cada sesión?			
¿Los materiales fueron preparados y comprobados con antelación?			
¿He seguido el plan de la propuesta sin desviaciones importantes?			
¿He sido capaz de adaptar la clase cuando surgieron imprevistos?			
¿He logrado mantener la motivación y la atención del alumnado?			
¿Los recursos utilizados fueron adecuados, adaptados al nivel del aula y suficientes para la situación de aprendizaje?			
¿He cumplido con la temporalización de cada actividad?			
¿He solicitado retroalimentación al alumnado sobre la propuesta?			
¿He recogido evidencias, observaciones y sugerencias del alumnado?			
En general, ¿me siento satisfecha con el trabajo realizado?			
Observaciones/aspectos a mejorar:			

5. DISCUSIÓN

El enfoque de esta propuesta educativa radica en su intención de contribuir al desarrollo integral del alumnado a través del reconocimiento y la gestión de las emociones. Se busca aprovechar los beneficios que brinda la práctica del juego como una vía para fortalecer la inteligencia emocional en el alumnado.

El área de Educación Física está estrechamente relacionada con los componentes de la inteligencia emocional, dado que la empatía, la regulación emocional, la automotivación y las habilidades sociales son aspectos intrínsecos que se manifiestan en la práctica deportiva, ya sea en un contexto competitivo o educativo (Fernandez y Navarro, 1989). Por esa razón, los juegos y actividades físicas proporcionan un entorno propicio para explorar y comprender las emociones, así como para fomentar habilidades sociales y emocionales clave, como el trabajo en equipo y la resolución de conflictos.

La situación de aprendizaje se basa en la película infantil “Inside Out”, también conocida como “Del revés”. Dicha película ofrece una representación visualmente poderosa de las emociones y su impacto en la vida cotidiana. Utilizar esta película como marco para el aprendizaje en educación física proporciona una oportunidad única para involucrar al alumnado en la exploración y comprensión de sus propias emociones de manera lúdica y significativa.

Como se ha expuesto en el marco teórico de dicho trabajo, tratar las emociones en la escuela es un aspecto fundamental. Pues carecer de competencias en el control y regulación de nuestras emociones aumenta la probabilidad de experimentar niveles elevados de estrés y obstáculos en el ámbito académico, lo cual puede resultar en un rendimiento académico deficiente, contribuyendo así al abandono escolar.

En definitiva, es fundamental destacar que la finalidad de esta propuesta educativa es promover en el alumnado la capacidad para reconocer y validar sus propias emociones, así como comprender la diversidad emocional, reconociendo que los sentimientos pueden variar de una persona a otra. Esto implica evitar situaciones donde el alumnado se burle o menosprecie los sentimientos de otros/as compañeros/as. Debido a que las emociones son una parte natural y esencial de la experiencia

humana, es primordial adquirir conocimientos sobre ellas y desarrollar habilidades para gestionarlas a lo largo de la vida.

6. CONCLUSIONES

Es esencial que el sistema educativo se adapte a las necesidades del alumnado, proporcionando recursos que les permitan enfrentar las demandas actuales. En este caso en concreto, se hace referencia a la gestión emocional.

Es fundamental que el alumnado se conozca a sí mismo, entienda sus emociones y gestionarlas. Aspecto que aún no recibe la atención que merece, ya que no se reconoce plenamente ni somos conscientes de que, si la mente no está en equilibrio, los demás aspectos tampoco lo estarán. En cambio, si nuestra mente está en equilibrio, habrá muchas más posibilidades de alcanzar el éxito académico, mejoraremos nuestras relaciones sociales y nos sentiremos, en general, mejor con nosotros mismos.

Por esta razón, se ha diseñado esta propuesta educativa con la finalidad de fomentar en el alumnado la gestión emocional, la comprensión de sus propias emociones y las de los demás, el respeto y la validación de dichas emociones, así como la aceptación de que en ocasiones no podemos identificar exactamente cómo nos sentimos, o podemos experimentar múltiples emociones a la vez.

Esta propuesta podría ser el comienzo de un cambio en el alumnado, en el conocimiento de sus emociones y en cómo pueden gestionarlas.

7. REFERENCIAS

- Brickman, L. y Yantorno, N. (2006) *En movimiento la vida continúa*. Buenos Aires: Dunken.
- Davidson, R. J., y Begley, S. (2012). *El perfil emocional de tu cerebro* (225). Grupo Planeta (GBS).
- Delgado Noguera, M.A. (1991). *Los estilos de enseñanza en Educación Física*. Universidad de Granada.
- Extremera, N. y Fernández-Berrocal, P. (2002). *Educando emociones: la educación de la inteligencia emocional en la escuela y la familia*. En Fernández-Berrocal, P. y Ramos, N.(Edits.). *Corazones inteligentes*. (353- 375). Barcelona: Kairós.

- Fernández, G. y Navarro, V. (1989). *Diseño curricular en Educación Física*. Barcelona: Inde.
- Fernández-Abascal, E., Martín, M. y Domínguez, J. (2001). *Procesos Psicológicos*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- García I. (2008). Expresión corporal y danza como contenidos para el desarrollo de la creatividad en las clases de Educación Física. EF Deportes.com, Revista Digital, 12(118).
- García, F. (2007) La expresión corporal en Educación Física como puerta a la interdisciplinariedad. En: *EFDeportes.com, Revista Digital*, 11(106).
- Goleman, D. (2003). Emociones destructivas: Cómo entenderlas y superarlas. Barcelona: Kairós.
- Gregorio, N., Ureña, N., Gómez, M., y Carrillo, J. (2010). *La danza en el ámbito de educativo [Dance in the educational context]*. Retos: Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación, 17, 42-45. *Implicaciones en el proceso de enseñanza aprendizaje*. Supervisión 21, 36(36), 20-20. interdisciplinariedad. En: EFDeportes.com, Revista Digital, 11(106).
- Larraz, A. (2008) La Expresión Corporal en la escuela primaria. Experiencia desde la Educación Física: El movimiento expresivo. Salamanca: Amarú, 47-59.
- McCarthy, M. (1996). *Dance in the music curriculum*. Music Educators Journal, 82(6), 17-21.
- Mocholí, J. A. (2015). La importancia de gestionar las emociones en la escuela: Implicaciones en el proceso de enseñanza aprendizaje. Supervisión 21, 36(36), 20-20
- Ossona, P. (1984). *La educación por la danza*. Barcelona: Paidós.
- Rueda, B. (2004). *La expresión corporal en el desarrollo del área de educación física*. En E. Castillo y M. Díaz (Eds.), *Expresión corporal en primaria*. Huelva, España: Servicio de Publicaciones, Universidad de Huelva.
- Salovey, P.; Mayer, J. D.; Goldman, S. L.; Turvey, C & Palfai, T. P. (1995). Emotional attention, clarity, and repair: Exploring emotional intelligence using the Trait Meta-Mood Scale. En J. W. Pennebaker (Ed.), *Emotion, Disclosure, & Health*. Washington: American Psychological Association. Pp. 125-151.
- Urbeltz, J. A. (1994). *Bailar el caos. La danza de la osa y el soldado viejo*. Pamplona: Pamiela.
- Viciano, V. y Arteaga, M. (2004). *Las Actividades coreográficas en la escuela. Danzas, Bailes, Funky, Gimnasia-Jazz*. Barcelona, Inde.

BODY PERCUSSION AND CIRCUS ART. A PROPOSAL OF PEDAGOGICAL INTEGRATION FROM THE BAPNE METHOD

FRANCISCO JAVIER ROMERO-NARANJO

Universidad de Alicante

ELISEO ANDREU-CABRERA

Universidad de Alicante

1. INTRODUCTION

The human body, intrinsically endowed with rhythmic and expressive capacity, has served as the first and most fundamental vehicle for communication and artistic creation throughout history (Palominos et al., 2018). Internal biological rhythms, such as heartbeat and breathing, are manifested externally through movement and sound, forming the basis for nonverbal expression and various artistic manifestations. In this context, body percussion and circus arts emerge as disciplines that explore with singular depth and virtuosity a binomial that allows unifying disciplines with a high educational and performative level (Polster, 2003). Although traditionally approached independently, body percussion focused on the musical and rhythmic sphere, and circus arts on the acrobatic and scenic domain, both share an essential foundation: an exceptional body control, an acute spatial and temporal awareness, and an intrinsic relationship with rhythm as a vertebral and expressive element (Andreu-Cabrera & Romero-Naranjo, 2023). For this reason, cognitive and executive functions are always present in these disciplines (Andreu-Cabrera & Romero-Naranjo, 2021, 2022, 2023, 2024). At the University of Alicante (Spain), body percussion sessions are taught with circus arts in the subject of body expression, taught by Dr. Javier Romero Naranjo. This paper proposes an in-depth exploration of the inherent and functional connection between body percussion and the multiple disciplines

that make up the circus arts with the aim of making a first contribution since none exists so far (Arnau-Mollá & Romero-Naranjo, 2022, 2023, 2024; Romero-Naranjo, 2013). It is postulated that body percussion, far from being a secondary practice, has a potential still insufficiently explored as a pedagogical and training tool for the integral development of the circus artist, significantly influencing not only his physical dexterity, but also his cognitive and scenic abilities. It is argued that this integration can and should be implemented through robust and scientifically grounded methodologies, such as the BAPNE Method (Biomechanics, Anatomy, Psychology, Neuroscience, Ethnomusicology), which offers a rigorous framework for conceptualizing and applying body percussion as a pathway for neuromotor stimulation and the development of executive functions and their clear link to embodied cognition (Merleau Ponty et al., 2013; Vicente-Nicolás & Alonso-Sanz, 2013). Through a detailed analysis and the presentation of specific examples, it will be demonstrated how the application of the principles and exercises of the BAPNE Method can enhance technical excellence, safety, adaptability and expressiveness in a broad spectrum of circus skills, thus opening new avenues for training, research and creation in this dynamic field.

2. STATE OF THE ART

The relevance of circus arts in educational and formative contexts has gained progressive attention in recent decades (Baroni, 2006; Gutiérrez et al., 2014; Infantino, 2011; Kriellaars et al., 2019; Price, 2012; Romanenkova et al., 2021; Woolley et al., 2024). The systematic review conducted by Parraguez González, Lobos Guerrero, and Huerta Ojeda (2020) on circus art as a pedagogical tool in physical education classes, published in the *Revista Educación las Américas*, highlights the growing interest in incorporating these practices in the educational setting. This study, which analyzed publications between 2010 and 2020, evidenced that most research focuses on the acquisition of skills, knowledge and the perspectives that circus activities foster in the school environment (Travnikova, & Koprivova, 2011). Historically, circus arts possess deep roots, with records of jugglers dating back to 2040 BC in

Egypt. Over the centuries, these practices evolved, giving rise to juggling groups in medieval Europe and the subsequent structuring of the circus with its own identity between the 18th and 19th centuries. Authors such as Tucunduva and Molinari (2001) even consider circus art as a precursor of other forms of body art such as dance and theater, given its exploration of the multiple possibilities of human movement.

Research in the field has identified circus arts as an innovative methodological tool that emphasizes personal effort and achievement. They allow students to express emotions, acquire new experiences and strengthen self-esteem, due to the fact that they are able to perform artistic activities and produce a subculture. In addition, they foster sensitivity through corporal expression, cooperation, creativity, encouragement of self-improvement and constancy in different tasks. Pereira (2014) points out that the progressive introduction of circus art in physical education classes enriches the didactic elements available. Specifically, juggling, defined as the manipulation of objects in permanent contact or not, requires motor control that activates the psychomotor system to keep the objects in motion. The practice of juggling not only develops motor skills, but also positively influences the cognitive level, generating changes in brain plasticity and increasing gray and white matter. Nyberg, Barker, & Larsson (2020) highlight four significant ways of understanding juggling: apprehending a pattern and rhythm, preparing for the next throw, catching, and "navigating" the position and the throw.

A crucial aspect highlighted in the literature is the inclusive nature of juggling. Studies have shown its positive impact on children with special educational needs, such as those with hearing impairment, improving attention, concentration and rhythmic skills. It is even adapted for the visually impaired by using objects that stay in the air longer. For children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), juggling has represented a means of relaxation, a source of motivation and a desire to outdo others. Despite the reported benefits and the increasing use of circus arts in educational contexts, the systematic review by Parra-guez González et al. (2020) identifies an important limitation: the lack of teachers with specific knowledge in circus arts in educational

centers. This underscores the need for pedagogical proposals and training frameworks that equip educators with the necessary tools to effectively integrate these disciplines (Ontañón Barragán et al., 2013).

In this scenario, body percussion, and in particular structured and research-supported methodologies such as the BAPNE Method, emerge with significant potential to complement and enrich circus arts training. By explicitly addressing the relationship between rhythm, movement and cognition from a multidisciplinary perspective, the BAPNE Method can offer the scientific and practical foundation necessary to overcome some of the current limitations in the pedagogical application of circus arts, providing an innovative approach to the integral development of the artist (Alonso-Marco & Romero-Naranjo, 2022; Andreu-Cabrera & Romero-Naranjo, 2021, 2022, 2023, 2024; Arnau-Mollá & Romero-Naranjo, 2022a, 2022b, 2023, 2024a, 2024b; Boillos-García, & Romero-Naranjo, 2024a, 2024b; Di Russo & Romero-Naranjo, 2022, 2023, 2024; Romero-Naranjo, 2022, 2024, 2025; Vicente Nicolás & Alonso-Sanz, 2013).

3. OBJETIVES

The main objective of this paper is to argue is to connect the pedagogical and research applications between body percussion and circus arts. For this reason, this paper is based on two main premises:

- A. Concrete applications of the Bapne method in circus training.
- B. Pedagogy and research opportunities.

4. METHODOLOGY

Circus arts are a sublime manifestation of the human capacity to interact with the laws of physics, space and time, often defying conventional perceptions of what is possible. At the core of every circus act lies a complex rhythmic score, whether audible or inaudible, that determines the fluidity, precision and dramatic structure of the performance. Rhythm in circus transcends mere musical accompaniment; it is the temporal architecture that coheres movements, transitions, interactions

and the relationship of the artist with his apparatus or his partners. Gutiérrez, Piedra, & Arizmendiz (2019) indicate that the teaching-learning process of circus activities usually considers the intense training of the human body, the communicative possibilities and the training of emotions. Circus practice expresses diverse purposes, such as social, educational, therapeutic, recreational and leisure time.

Consider the vast taxonomy of circus disciplines and the ubiquity of rhythm in each of them (Bortoleto, 2006). In juggling, from basic cascade patterns to complex siteswaps or pass juggling among multiple performers, rhythmic precision is imperative. Each object must be thrown and caught at a precise instant within a constant pulse, often maintaining different rhythms or polyrhythms between the hands, feet, or even the head. Pitarch (2000) points out that juggling is based on throwing and catching. In acrobatics, whether on the floor, hand to hand, bench or trampoline, the millimetric synchronization between movements and performers is fundamental to avoid falls and injuries. The timing of an impulse, the speed of a rotation, the preparation and reception of a throw or a fall, all respond to an internal rhythmic cadence shared and often communicated through subtle physical cues. Aerial disciplines, such as trapeze, draping, smooth rope or hoop, require an awareness of timing linked to pendulum movement, rotational speed and the sequence of knots, holds and releases, where inaccurate timing can have serious consequences. Even in balancing disciplines such as funambulism, unicycling or ball rolling, although apparent stillness predominates, there is an underlying rhythm of constant micro-adjustments to maintain the center of gravity, a subtle rhythmic dialogue between the body and the apparatus. Object manipulation disciplines such as diabolo, poi or hula hoops are intrinsically based on the generation and maintenance of rhythms through the movement of the body and the apparatus. Finally, the art of clowning and physical comedy depend crucially on impeccable rhythmic timing to build the tension, the absurdity and the punch line of the physical gag, where a pause or a misplaced accent cancels out the comic effect.

Body percussion thus emerges as a fundamental practice to cultivate this deep understanding and mastery of bodily and interactive rhythm

(Romero-Naranjo, 2013). By employing one's own body to generate rhythmically structured sounds, the practitioner develops a unique haptic and auditory awareness. Each clap, each foot tap, each beat on the body provides immediate sensory feedback on the strength, precision and timing of the movement. This practice, which requires specific preparation and a high degree of coordination, has a lot to do with optimizing the artist's awareness of his body's position in space, muscle tension and the quality of the movement. Body percussion not only trains the ability to follow an external rhythm, but, crucially, to internalize the pulse and rhythmic subdivisions, forging an "internal metronome" indispensable for autonomy and precision in circus performance. The ability to rhythmically dissociate different parts of the body is another key skill developed by body percussion and immensely useful in the circus. Being able to maintain one rhythmic pattern in the lower limbs while the upper limbs perform another, or to coordinate independent rhythms on the left and right sides of the body, is directly applicable to complex juggling sequences, asymmetrical acrobatic movements or the simultaneous handling of several apparatuses.

For this reason, the research group of the University of Alicante, where body percussion has been implemented in the sciences of physical activity and sport for more than twenty years, is evaluated through the official research group called "Neuromotricity and Motor Literacy" which has made more than 200 scientific publications on this subject. So much so, that they have made specific publications that serve as support for this publication on body schema, motor skills and physical condition, clearly differentiating motor skills from psychomotor skills from neuromotor skills (Andreu-Cabrera et al., 2021, 2022, 2023, 2024).

It is at this point that the vast amount of publications and the multidisciplinary approach of the BAPNE Method elevate body percussion to a higher level as an interdisciplinary tool linked to the work of cognitive and executive functions (Diamond, 2013; Miyake et al., 2000). BAPNE is not merely a collection of rhythmic exercises; it is a grounded methodology that integrates five pillars of knowledge to optimize human development through body rhythm.

Biomechanics and Anatomy provide the scientific basis for understanding how sound is generated through the body and how to optimize the efficiency and safety of these percussive movements (Alonso-Marco & Romero-Naranjo, 2022). This translates into a deeper understanding of body mechanics applicable to all circus disciplines. This knowledge can be transferred to improve the power of an acrobatic impulse or stability in an aerial hold. Anatomical understanding of the joints and muscles involved in repetitive percussive movements informs specific warm-up, cool-down and strengthening techniques that reduce the risk of injury, a critical aspect of the demanding life of the circus performer.

Psychology at BAPNE addresses the cognitive, emotional and social aspects of learning and performance. Body percussion exercises that require sustained attention, working memory (remembering long or complex rhythmic sequences) and cognitive flexibility (switching quickly between different patterns or responding to unpredictable cues) strengthen these functions. Group practice fosters cohesion, non-verbal communication, empathy and the ability to lead or follow within an ensemble, social skills fundamental to teamwork in many circus disciplines. Managing frustration when faced with the difficulty of a rhythmic pattern or overcoming mistakes develops resilience and self-confidence, crucial aspects for live performance. De Souza Caramês et al. (2012) mention that circus activities allow children to express their feelings, have new experiences and increase their self-esteem, which is directly related to the psychological aspects addressed by BAPNE. Likewise, Invernó (2003) emphasizes that the use of circus arts improves different personal aspects such as sensitivity through corporal expression, work through cooperation and the stimulation of self-improvement.

Neuroscience is perhaps the most revolutionary pillar of BAPNE in relation to circus training. Neuroscientific research, including findings on the effects of juggling on brain plasticity and increased gray and white matter (Berchicci et al., 2017; Draganski et al., 2004), has shown that rhythmic practice, especially body percussion that integrates sound and movement, activates extensive brain networks related to auditory processing, motor control, planning, memory, and executive functions in the prefrontal cortex. BAPNE uses exercises specifically designed to

stimulate these areas, often through dual tasks that require the brain to process rhythmic information and simultaneously perform another cognitive or motor task. This ability to manage multiple streams of information efficiently is indispensable in the circus and aligns with the idea that juggling allows for a broadening of alternative movements and solutions to be executed in the brain, generating a positive effect at the cognitive level.

Ethnomusicology brings the richness of rhythmic patterns and body percussion techniques from diverse cultures (Di Russo et al. 2021, 2022, 2023, 2024; García-Sala et al., 2018; González de Benatuil 2024a, 2024b). This exhibition expands the artist's rhythmic vocabulary, offering new possibilities for creation and expressivity in his acts, as well as a greater appreciation of the universality and diversity of bodily rhythm.

4.1 CONCRETE APPLICATIONS OF THE BAPNE METHOD IN CIRCUS TRAINING. SPECIFIC EXAMPLES.

The integration of the principles and exercises of the BAPNE Method in the training of circus artists can be done in a progressive way, adapted to the discipline and the level of the artist. Here are concrete examples of how they could be applied:

4.1.1. JUGGLING.

Internal Pulse and advanced rhythmic dissociation. A juggler practicing complex siteswap or pass juggling needs millimetric rhythmic synchronization. An adapted BAPNE exercise could consist of jugglers performing a body percussion pattern that represents the rhythm of the throws and passes. Introducing variations in tempo, dynamics, and the need to react to visual or auditory cues trains each performer's ability to maintain their rhythmic part while coordinating with others, internalizing the complex group polyrhythm before adding objects. This links to Nyberg et al.'s (2020; 2021) description of the importance of apprehending a pattern and rhythm in juggling.

Hand-Object-Rhythm Coordination under cognitive load. For solo jugglers, a dual-task BAPNE exercise can be applied. While the juggler performs a rhythmic body percussion pattern, he/she must simultaneously recite a numerical sequence or perform a mathematical operation verbally. This trains the brain's ability to maintain automatic rhythmic execution while freeing up cognitive resources for other tasks (mentally counting objects, interacting with the audience, reacting to an unexpected event), replicating the demands of a real performance. BAPNE's research on neuromotor and dual tasks, as well as findings on the cognitive effects of juggling, provides a solid basis for designing the progressive difficulty of these exercises.

4.1.2. ACROBATICS.

Synchronization, stability and rhythmic communication. A hand-to-hand duet can work on synchronization by applying BAPNE principles through coordinated body percussion exercises, maintaining physical contact or while maintaining a base or agile posture. Introducing surprising rhythmic changes forces the other to adjust their posture and rhythm immediately, improving mutual responsiveness and nonverbal communication essential for stability and safety in dynamic portés. Ontañón, Mallet, Mateu, & Coelho (2016) mention that circus activities cover physical, psychic and social aspects, which is reflected in this type of training that integrates the physical with communication and team cohesion.

Rhythm in impulses and receptions with multiple bases. In bench or trampoline acrobatics, the timing of base impulses is crucial. A BAPNE exercise might involve the bases performing a rhythmic pattern that simulates the loading and unloading of energy, while the agile performs a pattern that represents the timing of their jump and preparation for the fall. Joint rhythmic precision, practiced without the apparatus initially, improves the power and consistency of throws and preparation for catches.

4.1.3. AERIAL DISCIPLINES.

Internalization of the timing of sequences in fabrics. A fabric artist learning a complex sequence needs a very precise timing. An adapted

BAPNE exercise could consist of performing a rhythmic pattern on the floor that represents the sound sequence of the routine, helping to internalize the rhythm of the sequence and the duration of each step. Rhythmic dissociation between arm and leg movements can be trained with BAPNE exercises that isolate and combine rhythmic patterns in the upper and lower extremities.

Rhythmic response to cues in flying trapeze. Flying trapeze performers rely on accurate visual and rhythmic cues. A group BAPNE exercise could involve team members performing rhythmic patterns that represent the phases of the swing and key pitch/reception moments, reacting to the cues. This improves rapid auditory and visual responsiveness and timing of effort at critical moments. BAPNE's research on reaction time and auditory/visual processing is directly applicable to improving these skills.

4.1.4. CLOWNING AND PHYSICAL COMEDY.

Mastering Comic Timing with Rhythmic Pauses. A clown can use BAPNE exercises focused on manipulating tempo and pause to refine their comedic timing. Practicing body percussion sequences involving a fast rhythmic crescendo followed by an abrupt pause, then continuing with a slow pattern, helps the clown feel and control timing to maximize tension and release in a physical gag. BAPNE, by working on response inhibition and sustained attention, helps the clown maintain concentration during the pause. Caramês et al. (2012) mention that the artistic language developed with circus activities allows children to express their feelings, which is fundamental in clown work.

Development of “Rhythmic Characters”. Using BAPNE's principles of the connection between movement, sound and emotional/psychological state, a clown can explore different “rhythmic signatures” for their characters. Through guided improvisation of body percussion, exploring different qualities of movement and the sounds they generate, the clown can discover the inherent rhythm of a character. BAPNE provides a framework for analyzing and structuring this exploration, giving the clown the tools to develop physically coherent and rhythmically defined characters.

These examples are just a small sample of the vast possibilities offered by the integration of the BAPNE Method in circus training. Its evidence-based approach, its emphasis on neuromotor and executive functions, and its flexibility to adapt to different contexts and objectives make it an invaluable tool. The number of BAPNE publications in internationally recognized scientific journals validates its methodology and opens the door to future rigorous research on its specific impact on the performance, injury prevention, and cognitive and emotional well-being of circus performers.

5. PEDAGOGY AND RESEARCH OPPORTUNITIES.

The implementation of the BAPNE Method in schools and circus companies has the potential to revolutionize traditional pedagogical approaches. It is not about replacing discipline-specific techniques, but about adding a fundamental layer of training that enhances essential cross-cutting skills. BAPNE can be integrated as part of the warm-up, as specific rhythmic-cognitive development modules, or even as a basis for collective creation. The inclusion of circus art in physical education, as described in the review by Parraguez González et al. (2020), is already recognized as an innovation and methodological tool, and BAPNE can provide the necessary structure and scientific underpinning to enhance this integration.

From a research perspective, the application of BAPNE in circus opens a fertile field of study. Comparative studies could be conducted to assess the impact of training with BAPNE on various metrics, taking advantage of the research methodology inherent in BAPNE and aligning with the areas of interest identified in the literature on circus art in physical education:

Performance metrics: objective measurement of rhythmic precision in juggling (through video analysis), synchronization in acrobatics (using movement sensors), timing in aerial (trajectory and speed analysis), or comic effectiveness in clowning (evaluation by expert panel). This is related to the focus on skill acquisition identified by Parraguez González et al. (2020).

Cognitive abilities: Evaluation of reaction time, selective and divided attention, working memory and cognitive flexibility in performers before and after a period of training with BAPNE, using standardized neuropsychological tests. Findings on the cognitive effects of juggling (Draganski et al., 2004; Malik et al., 2022; Morita et al., 2016) and the potential of circus art to influence personal aspects such as sensitivity and creativity (Invernó, 2003) justify this line of research.

Body awareness and proprioception: use of tools such as force platforms or movement analysis to measure stability and positional awareness.

Injury prevention: Tracking the incidence and type of injuries in groups trained with and without BAPNE integration, hypothesizing that increased body awareness and motor control (developed by BAPNE) may reduce risk.

Psychosocial aspects: Evaluation of the impact of BAPNE group exercises on team cohesion, communication and stress management or stage anxiety. This aligns with the recognition of circus arts as a tool to foster personal and social aspects (Caramês et al., 2012; Invernó, 2003; Ontañón et al., 2012, 2013, 2016).

The research methodology inherent to BAPNE, with its activity design and outcome evaluation protocols, provides the necessary basis for conducting these studies with scientific rigor, contributing to the growing body of knowledge on the science of circus and performing arts. In addition, addressing the lack of trained circus arts teachers identified by Parraguez González et al. (2020) could be a key area of applied research, developing and evaluating BAPNE-based teacher training programs applying artificial intelligence (Boillos-García & Romero-Naranjo, 2024a, 2024b).

6. CONCLUSIONS

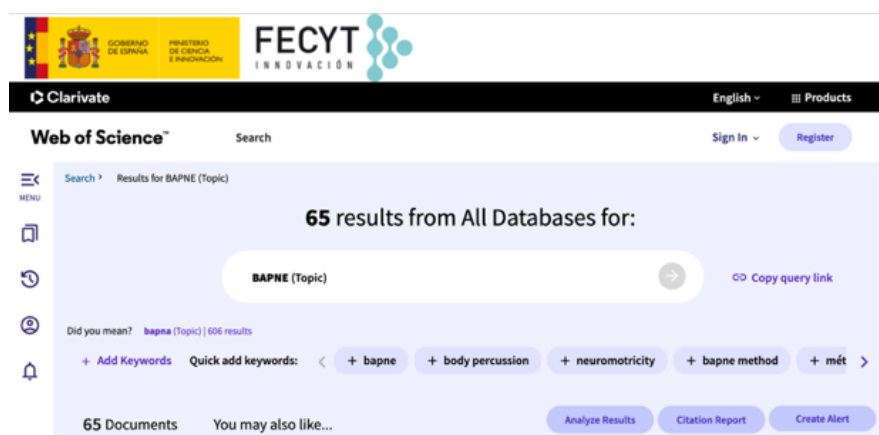
The circus arts, in their dazzling display of physical skill and expressiveness, are based on an intricate relationship with rhythm, coordination and exceptional control of the body. Body percussion, as a

primordial exploration of the rhythmic capacity of the human being, emerges as a training tool with an extraordinary potential to enhance these essential qualities in the circus artist.

The BAPNE Method, with its solid multidisciplinary base in biomechanics, anatomy, psychology, neuroscience and ethnomusicology, and backed by extensive research and numerous publications, provides the precise scientific and pedagogical framework to effectively integrate body percussion into advanced circus training. By offering exercises and protocols specifically designed to stimulate neuromotor skills and develop crucial executive functions—from rhythmic precision in juggling and synchronization in acrobatics, to timing in aerial and the body awareness needed in balancing and clowning—BAPNE elevates the practice of body percussion to a comprehensive developmental tool for the performer. Findings on the benefits of circus arts in the acquisition of skills, cognitive and psychosocial aspects, especially in educational contexts, reinforce the relevance of this integration.

The adoption of the BAPNE Method in circus pedagogy would not only enrich existing training methodologies, but also lay the groundwork for a deeper, more scientific understanding of the interrelationship between rhythm, cognition and physical performance in highly demanding contexts. This interdisciplinary fusion, backed by BAPNE's vast research and the growing body of knowledge on circus art as a pedagogical tool, promises not only to train more skilled and conscious performers, but also to drive research and innovation in the fascinating dialogue between the body, rhythm, science and the art of the ring. Despite the need to address the lack of teachers with specific knowledge in circus arts, the integration of methodologies such as BAPNE offers a promising avenue to strengthen training and research in this field. The synchrony of being, tuned through body percussion and enhanced by the scientific rigor of BAPNE, envisions a future of excellence in the circus arts. This paper has been based mainly on high impact publications and, as far as body percussion is concerned, on publications from WoS and Scopus, where the BAPNE method provides a high contribution of scientific publications (Figure 1).

FIGURE 1. *Research in Web of Science*



7. REFERENCES

- Alonso-Marco, M., & Romero-Naranjo, F. J. (2022). Introducción al análisis cinemático de los movimientos básicos de la percusión corporal según el Método BAPNE. *Retos*, 46, 950–971. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.94773>
- Alonso-Sanz, A. A., & Romero-Naranjo, F. J. (2014). Uso de los anuncios televisivos como recurso didáctico en las disciplinas artísticas. Las panaderas. In *El reconocimiento docente. Innovar e investigar con criterios de calidad: XII Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria* (pp. 352-361). Instituto de Ciencias de la Educación.
- Alonso-Sanz, A., & Romero-Naranjo, F. J. (2015). El círculo en la relación espacio y cuerpo. Foto-Ensayo a partir de Isidro Blasco y el método BAPNE. *Arte, Individuo y Sociedad*, 27(3), 359-374.
- Andreu-Cabrera, E., & Romero-Naranjo, F. J. (2021). Neuromotricidad, Psicomotricidad y Motricidad. Nuevas aproximaciones metodológicas. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación*, 42, 924-938. <https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.89992>
- Andreu-Cabrera, E., & Romero-Naranjo, F. J. (2024). Estudio observacional de la motricidad en los juegos infantiles de palmas: propuesta de un instrumento de análisis y registro. In *Innovación docente e investigación en educación: desafíos de la enseñanza y aprendizaje en la educación superior* (pp. 1363-1375). Dykinson.

- Andreu-Cabrera, E., González de Benatuil, L. M., & Romero-Naranjo, F. J. (2024). Los juegos de palmas como herramienta de estimulación cognitiva. In *Innovación docente e investigación en educación: desafíos de la enseñanza y aprendizaje en la educación superior* (pp. 1349-1361). Dykinson.
- Arnau-Mollá, A. F., & Romero-Naranjo, F. J. (2022a). A bibliometric study on body percussion based on high impact search engines. *Retos*, 45, 679-692. <https://doi.org/10.47197/retos.v45i0.92653>
- Arnau-Mollá, A. F., & Romero-Naranjo, F. J. (2022b). Body percussion as a pedagogical resource. Bibliometric study on body percussion based exclusively on secondary search engines. *Retos*, 46, 809–825. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.95178>
- Arnau-Mollá, A. F., & Romero-Naranjo, F. J. (2024a). Evolución bibliométrica de la percusión corporal: Impacto y género en las publicaciones científico-académicas (Bibliometric evolution of body percussion: Impact and gender in scientific-academic publications). *Retos*, 51, 1025–1054. <https://doi.org/10.47197/retos.v51.101450>
- Arnau-Mollá, A. F., & Romero-Naranjo, F. J. (2024b). Effect of the BAPNE neuromotricity method on anxiety levels in university students considering gender differences. *Journal of Physical Education and Sport* ® (*JPES*), 24(7).
- Arnau-Mollá A. F., Romero-Naranjo, F. J., & Andreu-Cabrera, E. (2024). Comparing the impact of neuromotricity BAPNE method and traditional methodology on selective attention and concentration among future teachers: A gender-based comparative study. *Journal of Physical Education and Sport* ® (*JPES*), 24(5), Art. 140, 1212-1229. <https://doi.org/10.7752/jpes.2024.05140>
- Baroni, J. F. (2006). Arte circense: a magia e o encantamento dentro e fora das lonas. *Pensar a prática*, 9(1), 81-100.
- Berchicci, M., Quinzi, F., Dainese, A., & Di Russo, F. (2017). Time-source of neural plasticity in complex bimanual coordinative tasks: Juggling. *Behavioural Brain Research*, 328, 87-94.
- Boillos-García, F. & Romero-Naranjo, F.J. (2024a). Neuromotricity and Augmented and Virtual Reality: didactic approach as an educational resource. *Metodologías emergentes en la investigación y acción educativa*. Editorial Dykinson.
- Boillos-García, F. & Romero-Naranjo, F.J. (2024b). Body Percussion, Artificial Intelligence, Augmented Reality and Virtual Reality: new educational perspectives. *Metodologías emergentes en la investigación y acción educativa*. Editorial Dykinson.

- Bortoleto, M. A. (2006). Circo y educación física: los juegos circenses como recurso pedagógico. *Revista Stadium*, 195, 1–15.
- De Souza Caramês, A., Corazza, S. T., & da Silva, D. O. (2012). Atividades circenses: um programa para melhoria do repertório motor de escolares. *Revista de Atenção à Saúde*, 10(32).
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64(1), 135-168.
- Di Russo, S., Gisbert Caudeli, V., Romero-Naranjo, F. J., & Domenico Pelizza, A. (2024b). Body percussion in the band repertoire: The case study of the work *Palindromia Flamenca*, by Antonio Ruda Peco. *Per Musi*, 25, 1-23. <https://doi.org/10.35699/2317-6377.2024.52694>
- Di Russo, S., Romero-Naranjo, F. J. (2021a). Body percussion in spanish music: A methodological approximation [Article]. ERPA 2021 International Congresses on Education, Sakarya, Turkiye.
- Di Russo, S., Romero-Naranjo, F. J. (2021b). Body percussion in the work of composer Oscar Navarro. *The case of “Libertadores [Article]. ERPA 2021 International Congresses on Education, Sakarya, Turkiye.
- Di Russo, S., & Romero-Naranjo, F. J. (2023). Body percussion and traditional dances. The case of *Ball dels Moretons* in Mallorca. *Retos*, 49, 442–458. <https://doi.org/10.47197/retos.v49.97609>
- Di Russo, S., Romero-Naranjo, F. J., Gisbert Caudeli, V., Cantarini, G. (2023). The repertoire for wind band and body percussion. A state of the question from the bapne method. In M. d. M. Simón Márquez, J. J. Gázquez Linares, In A Martos Martínez, S. Fernández Gea, & P. Molina Moreno (Comps.), *Innovación docente e investigación en arte y humanidades: nuevas tendencias para el cambio en la enseñanza superior* (pp.171-184). Dykinson.
- Di Russo, S., Salerno, G., Romero-Naranjo, F. J. & Arnau-Moll., A. F. (2022). Las panaderas is creativity: From tradition to innovation. In. Martos Martínez, A. B. Barragán Martín, M. d. C. Pérez Fuentes, M. d. M. Molero Jurado, M. d. M. Simón Márquez & M. Sisto (Comps.), *Acercamiento Multidisciplinar Para la Investigación e Intervención en Contextos Educativos* (pp. 403-414). Dykinson.
- Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U., & May, A. (2004). Changes in grey matter induced by training. *Nature*, 427(6972), 311-312.
- García Sala, M., Piqueres de Juan, I., Sánchez González, E., Serna Domínguez, M., Trives Martínez, E. A., & Romero Naranjo, F. J. (2018). El uso de la percusión corporal en las músicas urbanas. In *Innovación y modelos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior* (pp. 131-140). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.

- González de Benatuil, M.L. & Romero-Naranjo, F.J. (2024a). Verbunk as a pedagogical tool: exploring dance and body percussion the classroom through the Bapne method. *Metodologías emergentes en la investigación y acción educativa*. Editorial DYKINSON.
- González de Benatuil, M.L. & Romero-Naranjo, F. J. (2024b). Active breaks and neuromotricity: proposal for the stimulation of cognitive and executive functions from the bapne method. *Metodologías emergentes en la investigación y acción educativa*. Editorial DYKINSON.
- Gutiérrez, P., Piedra, I., & Arizmendiz, M. (2019). Orígenes del circo y su valor para la formación de artista circense en México y Cuba. En VII Taller Internacional La enseñanza de las disciplinas humanísticas HUMANÍSTICAS 2019. Recuperado de <http://cathi.uacj.mx/20.500.11961/8449>
- Infantino, J. (2011). Trabajar como artista: Estrategias, prácticas y representaciones del trabajo artístico entre jóvenes artistas circenses. *Cuadernos de antropología social*, (34), 141-163.
- Invernó, J. (2003). Circo y educación física: otra forma de aprender. Madrid, España: Editorial INDE.
- Kriellaars, D. J., Cairney, J., Bortoleto, M. A., Kiez, T. K., Dudley, D., & Aubertin, P. (2019). The impact of circus arts instruction in physical education on the physical literacy of children in grades 4 and 5. *Journal of Teaching in Physical Education*, 38(2), 162-170.
- Malik, J., Stemplewski, R., & Maciaszek, J. (2022). The effect of juggling as dual-task activity on human neuroplasticity: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 7102.
- Merleau-Ponty, M., Landes, D., Carman, T., & Lefort, C. (2013). *Phenomenology of perception*. Routledge.
- Miyake, A., N. P. Friedman, M. J. Emerson, A. H. Witzki, A. Howerter, and T. D. Wager. (2000). "The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex 'frontal lobe' tasks: A latent variable analysis." *Cognitive Psychology* 41 (1): 49–100.
- Morita, Y., Ogawa, K., & Uchida, S. (2016). Napping after complex motor learning enhances juggling performance. *Sleep Science*, 9(2), 112-116.
- Nyberg, G., Barker, D., & Larsson, H. (2020). Exploring the educational landscape of juggling - challenging notions of ability in physical education. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 25(2). <https://doi.org/10.1080/17408989.2020.1712349>
- Nyberg, G., Barker, D., & Larsson, H. (2021). Learning in the educational landscapes of juggling, unicycling, and dancing. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 26(3), 279-292.

- Ontañón, T., Coelho, M. A. & Silva, E. (2013). Educación corporal y estética: las actividades circenses como contenido de la educación física. *Revista Iberoamericana de Educación*, 62, 233–243.
<https://doi.org/10.35362/rie620592>
- Ontañón, T., Duprat, R., & Bortoleto, M. A. (2012). Educação física e atividades circenses: “O estado da arte”. *Movimento*, 18(2), 149–168.
- Ontañón, T., Mallet, R., Mateu, M., & Coelho, M. A. (2016). O debate pedagógico sobre a arte do circo na revista *éducation physique et sport* (1969-2015). *Movimento*, 22(2), 567–582. Recuperado de <http://www.seer.ufrgs.br/index.php/Movimento/article/view/56746/37385>
- Palominos, Á., Díaz, D., Jaña, N., Carreño, Á., & Soto, V. (2018). Pedagogía del malabarismo. Herramienta educativa que potencia el desarrollo integral. Santiago, Chile: FONDART.
- Parraguez González, N., Lobos Guerrero, D., & Huerta Ojeda, Á. (2020). Arte circense como herramienta pedagógica en las clases de educación física. *Revista Educación las Américas*, 10(2), 245–253.
- Pitarch, R. (2000). Los juegos malabares: justificación educativa y aplicación didáctica en la ESO. *Apunts. Educación física y deportes*, 3(61), 56–61.
- Polster, B. (2003). *The mathematics of juggling* (No. 18237). New York: Springer.
- Posner, M. I., and S. E. Petersen. (1990). “The attention system of the human brain.” *Annual review of neuroscience* 13 (1): 25–42.
- Price, C. (2012). Circus for schools: bringing a circo arts dimension to physical education. *Revue phénEPS/PHEnex Journal*, 4(1).
- Romanenkova, J., Paliychuk, A., Sharykov, D., Bratus, I., Kuzenko, H., & Gunka, A. (2021). Circus art in modern realities: functions, problems, prospects. *Revista Inclusiones: Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, 8(6), 571–581.
- Romero-Naranjo, F. J. (2013). Science & Art of body percussion: A review. *Journal of Human Sport & Exercise*, 8(2), 442–457.
<https://doi.org/10.4100/jhse.2012.82.11>
- Romero-Naranjo, F. J. & Alonso-Sanz, A. (2014). Percusión corporal y "Stepping" en la cultura visual norteamericana. In *Una perspectiva caleidoscópica* (pp. 185–196). Letra de Palo.
- Romero-Naranjo, F. J. (2018). Bodypercussion basic. Body music – Body percussion Press.
- Romero-Naranjo, F. J., & Romero-Naranjo, A. A. (2022). Percusión corporal y salud: una breve aproximación estado de la cuestión. *Eufonía: Didáctica de la música*, (93), 16–23.

- Romero-Naranjo, F. J., Pujalte Cantó, F. J., & Arnau-Mollá, A. F. (2023). Body percussion and selective attention. Interdisciplinary quantitative study through neuromotricity activities BAPNE method based on the dual task in Primary Education. *Retos*, 48, 844–860. <https://doi.org/10.47197/retos.v48.97661>
- Romero-Naranjo, F.J (2020). Body Percussion in the Physical Education and Sports Sciences. An Approach to its Systematization According to the BAPNE Method. *International Journal of Innovation and Research in Educational Sciences*, 7, 421-431.
- Romero-Naranjo, F.J. (2022). BAPNE FIT: Neuromotricity and body percussion in physical activity and sport sciences. *The Educational Review*, USA, 6(2), 37-44, (2022). doi: 10.26855/er.2022.02.001
- Romero-Naranjo, F. J., Sayago-Martínez, R., Jiménez-Molina, J. B., & Arnau-Mollá, A. F. (2023). Pilot Study of the Assessment of Anxiety and Attention through Body Percussion and Neuromotricity in Secondary School Students in Physical Education, Music and Visual Arts classes. *Retos*, 47, 573–588. <https://doi.org/10.47197/retos.v47.95595>
- Romero-Naranjo, F. J. (2024). Neuromyths about movement and the brain: debunking misconceptions. *Journal of Physical Education and Sport*, 24(7), 1707-1715.
- Romero Naranjo, F. J. (2025). Movement and neuromotricity in the context of artificial intelligence: Future prospects for global development. *Journal of Physical Education and Sport*, 25(3), 488-498.
- Romero-Naranjo, F. J., Andreu-Cabrera, E., González de Benatuil, M.L. & Arnau-Mollá, A. F. (2024). Principles of neuromotricity: clap change, voice change & stomp change as a pedagogical resource. *Innovación Docente e Investigación en Educación: Desafíos de la Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Superior*. Editorial DYKINSON.
- Sayago-Martínez, R., Salerno, G., Di Russo, S., Arnau-Mollá, A. F., & Romero-Naranjo, F. J. (2021, June 3-5). Socioemotional aspects of music-Motor activities according to the BAPNE method [Written submission]. *ERPA 2021 International Congresses on Education*, 484-489. Sakarya, Türkiye.
- Travnikova, D., & Koprivova, J. (2011). Use of juggling as a suitable psychomotor activity in persons with special needs. In 6th International Scientific Conference on Kinesiology, 90–92.
- Tucunduva, B. & Molinari, C. (2001). Artes circenses na UTFPR: relato de proposta pedagógica multidisciplinar. In V Fórum Internacional de Ginástica Geral, Campinas (1–7).
- Rohwer, D. (2024). To-resource: ChatGPT as a tool in music education research. *Update: Applications of Research in Music Education*, 42(3), 4-7.

- Vicente Nicolás, G., & Alonso-Sanz, A. (2013). El movimiento y la percusión corporal desde una perspectiva corpórea de la educación musical. XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Retos de futuro en la enseñanza superior: docencia e investigación para alcanzar la excelencia académica / coordinadores, M^a Teresa Tortosa Ybáñez, José Daniel Álvarez Teruel, Neus Pellín Buades. Alicante: Universidad de Alicante.
- Woolley, A., Houser, N., & Kriellaars, D. (2024). Comparative Affective Outcomes Associated with Circus Arts Instruction in Quality Physical Education. *Circus: Arts, Life, and Sciences*.

BODY PERCUSSION AS A DIDACTIC AND TRAINING STRATEGY TO OPTIMIZE RHYTHMIC ABILITY IN ATHLETES

FRANCISCO JAVIER ROMERO-NARANJO

Universidad de Alicante

ELISEO ANDREU-CABRERA

Universidad de Alicante

1. INTRODUCTION

High-performance motor performance in sports demands a complex set of perceptual, cognitive and motor skills. Among these, rhythmic ability emerges as a critical component, transversal to multiple disciplines, which allows athletes to perceive, process and execute movement sequences with temporal and spatial precision (Budak et al., 2017). This ability to synchronize motor actions with temporal patterns, whether internal (such as one's own movement cycle) or external (such as music, an opponent's rhythm or a partner's cadence), is fundamental for coordination, efficiency and adaptation in the sport environment (Fiveash et al., 2022; Thaut, 2005). Disciplines such as rhythmic gymnastics, synchronized swimming, rowing, cycling, or even collective sports that require coordination between team members, exemplify the primordial relevance of this skill (Zachopoulou et al., 2000).

Despite its recognized importance, traditional approaches to sports training often focus primarily on technical, tactical and conditional aspects, relegating the specific development of rhythmic skill to the background or addressing it implicitly. In this situation, the search for innovative and effective pedagogical tools to enhance this skill becomes imperative (McCrary & Gould, 2023; Miletic et al., 2004).

Body percussion, understood as “the art of striking the body to produce various types of sounds for didactic, therapeutic, anthropological and social purposes. In both the world of musical traditions and the world of the performance, body percussion has had various roles, which can be classified into its uses, meanings and functions which are specific to each individual culture” is presented as an emerging methodology with considerable potential for the development of rhythmic ability in athletes. Although rooted in diverse cultural and artistic traditions (Romero-Naranjo, 2013), its formal application within sport science is a relatively recent field that deserves a detailed exploration of its foundations and applications. Neuromotricity is a discipline that is very clearly connected to sports training and the development of rhythmic skills with a clear link to cognitive and executive functions (Andreu-Cabrera & Romero-Naranjo, 2021, 2022, 2023, 2024).

The purpose of this article is to conduct a comprehensive academic analysis of body percussion as a resource for the development of rhythmic skill in athletes. It is postulated that the integration of this practice in training programs can offer significant benefits, supported by neurophysiological and pedagogical principles. To this end, the definition and relevance of rhythmic skill in the sports context will be deepened, the neurophysiological mechanisms underlying body percussion and its impact on rhythmic processing will be explored, concrete methodological applications will be outlined, and the benefits and challenges associated with its implementation will be discussed.

The three main objectives of this paper are as follows:

- A. To carry out an academic analysis of body percussion as a resource to optimize rhythmic ability in athletes.
- B. To deepen in the definition and relevance of the rhythmic ability in the sport context.
- C. To explore the neurophysiological mechanisms underlying body percussion and its impact on rhythmic processing, outline concrete methodological applications and discuss the benefits and challenges associated with its implementation.

2. METHODOLOGY

In the field of high-level motor performance, rhythmic ability emerges as a multidimensional construct of critical importance, transversal to various sports disciplines. This ability transcends mere synchronization with external stimuli, relying on the complex interaction of perceptual, cognitive and motor systems to enable athletes to perceive, process and execute movement sequences with spatiotemporal precision. Defined as the ability to organize and execute movements in relation to a perceived or internally generated temporal structure, its relevance in sport lies in its deep connection with motor control mechanisms, providing an essential temporal framework for intra- and intermuscular coordination, movement sequencing, and speed and force regulation. While its manifestation and importance vary according to the specific demands of cyclic and acyclic sports, its systematic development has not always been an explicit focus in traditional training approaches, underscoring the need to explore innovative methodologies to enhance this fundamental skill.

2.1. BODY PERCUSSION, RHYTHMIC ABILITY AND SPORT.

Rhythmic ability in sport transcends the simple ability to move to the beat of an external stimulus (Bouwer et al., 2021; Honyian & Sondhiratna, 2024). It constitutes a multidimensional construct that involves the complex interaction between perceptual, cognitive and motor systems. It is defined, in a broad sense, as the ability to organize and execute movement sequences in relation to a perceived or internally generated temporal structure (Novacheck, 1998). The state of the art of this subject, after a bibliographic review, has not been carried out so far any paper on this subject (Arnau-Mollá & Romero-Naranjo, 2022, 2023, 2024; Romero-Naranjo, 2013). Body percussion can be studied from the point of view of technologies and artificial intelligence, as well as embodied cognition, different cultures, music education, body expression or visual culture. The BAPNE method has publications in all these lines with quantitative studies (Andreu-Cabrera et al., 2023, 2024; González de Benatuil & Romero-Naranjo, 2024a, 2024b; García-Sala et al., 2018; Romero-Naranjo, 2025; Rower, 2024).

Rhythmic ability in the sports context is configured as a multidimensional construct of vital importance for the optimization of motor performance (Mastrokalou & Hatziharistos, 2007). Its manifestation transcends mere synchronization with external stimuli, involving a complex interaction of perceptual, cognitive and motor processes that operate in an integrated manner (Nakamoto et al., 2015; Thaut, 2005). Specifically, we can disaggregate this skill into three interrelated dimensions that account for its complex nature and the different levels of processing involved:

- Rhythmic perception. This fundamental dimension refers to the athlete's ability to apprehend, differentiate and identify temporal patterns inherent to the environment or to the motor performance itself. It includes the fine discrimination of constituent elements of rhythm, such as the underlying pulse, the tempo (speed) of the sequence, the metric (accentual organization) and rhythmic subdivisions. Rhythmic perception can be nourished by diverse sensory information, including auditory modalities (sounds, music, cadence), visual modalities (opponent's movement, trajectory of a mobile) and kinesthetic modalities (proprioceptive sensations of one's own body in movement). A sharpened rhythmic perception allows the athlete to anticipate temporal events and adjust his motor action accordingly.
- Rhythmic processing. On the basis of perceptual information, rhythmic processing concerns the higher cognitive abilities that allow interpreting, organizing and retaining detected rhythmic patterns. This cognitive dimension involves the capacity for temporal anticipation, rhythmic working memory for the maintenance of sequences in the operative consciousness and the planning of motor responses that synchronize or adapt to such temporal structure. Efficient rhythmic processing is crucial for fast and accurate decision making in dynamic sport situations, where constant adaptation to changes in the rhythm of the game or opponent is crucial.
- Rhythmic execution. It constitutes the observable manifestation of the previous dimensions in the motor action. It refers

to the ability to translate the perceived and processed rhythmic pattern into an organized sequence of movements characterized by the required temporal and spatial precision. A competent rhythmic execution implies inter- and intramuscular coordination, fluid sequencing of technical gestures and precise regulation of parameters such as speed and strength as a function of the temporal framework (Williams et al., 1999).

The relevance of rhythmic ability in sport lies in its important connection with motor control mechanisms. Rhythm acts as a temporal “scaffolding” that structures and organizes neural and muscular activity. This temporal structure facilitates the coordination of the different parts of the body involved in the movement (intermuscular coordination) and the synchronization of the motor units within the same muscle (intramuscular coordination), which is fundamental for the efficiency and fluidity of the sporting gesture. Rhythm is also a determining factor in the correct sequencing of complex movements and in the precise regulation of the speed and intensity of the action. A deficient rhythmic ability can lead to uncoordinated and inefficient movements, increasing energy expenditure and the likelihood of injury.

The manifestation and importance of rhythmic ability varies according to the specific demands of each sport discipline. In cyclic sports, such as rowing, cycling or running, the rhythmic cadence of movement is a key determinant of biomechanical and energetic efficiency. Maintaining a constant and optimal rhythm maximizes performance over time. On the other hand, in acyclic or situational sports, where the environment and the actions of the other participants are constantly changing, rhythmic ability becomes essential for anticipation and adaptation to the dynamic rhythms of the game or the opponent (de Quel & Bennett, 2019). Clear examples of this are the temporal precision required to execute a punch in boxing or to perform a pass in basketball. In this sense, the systematic development of rhythmic ability should be considered a fundamental and unavoidable pillar within the integral preparation of the athlete, complementing the technical and tactical aspects.

3. INTRODUCTION TO THE NEUROPHYSIOLOGICAL FOUNDATIONS OF BODY PERCUSSION AND ITS LINK WITH RHYTHMIC ABILITY.

Body percussion, being an activity that involves the active generation of rhythms through body movements, activates and reinforces intricate neural networks involved in temporal processing and motor control (Alonso-Marco & Romero-Naranjo, 2022; Andreu-Cabrera & Romero-Naranjo, 2021, 2022, 2023, 2024; Arnau-Mollá & Romero-Naranjo, 2022a, 2022b, 2023, 2024a, 2024b; Boillos-García, & Romero-Naranjo, 2024a, 2024b; Di Russo & Romero-Naranjo, 2022, 2023, 2024; Romero-Naranjo, 2022, 2024, 2025; Vicente Nicolás & Alonso-Sanz, 2013). From a neuroscientific perspective, its effectiveness as a tool for rhythmic development is supported by several key principles:

3.1. THE PHENOMENON OF RHYTHMIC ENTRAINMENT

The human brain possesses a remarkable ability to synchronize neural activity with external rhythmic stimuli. This phenomenon, known as entrainment (or rhythmic neural entrainment), allows endogenous neural oscillations to align with the periodicity of the external stimulus (Large & Jones, 1999). Body percussion, by generating auditory stimuli (the sound of clapping, stomping, etc.) that are intrinsically linked to the motor action that produces them, creates a robust sensorimotor loop.

Rhythmic entrainment involves key brain areas such as the auditory cortex, motor cortex, premotor and supplementary cortex, basal ganglia and cerebellum (Thaut, 2005). Body percussion facilitates efficient communication between these areas. Auditory rhythmic stimuli act as a predictive temporal signal that helps the motor cortex and basal ganglia to organize the sequencing and timing of motor commands. This rhythmic sensorimotor coupling improves the stability and precision of motor execution, reducing temporal variability in repetitive actions.

3.2. MULTISENSORY INTEGRATION

Body percussion is an inherently multisensory experience. It combines auditory (the sound produced), tactile (the sensation of the strike),

proprioceptive and kinesthetic (the sensation of movement and body position) information. The integration of these different sensory modalities is crucial for motor learning and skill refinement (Schmidt & Wrisberg, 2008).

By requiring the athlete to simultaneously pay attention to sound production (auditory), stroke force (tactile/proprioceptive), and movement coordination (kinesthetic/visual), body percussion strengthens the neural pathways that connect the different sensory areas with the motor areas. This multisensory integration optimizes the internal representation of rhythmic patterns and improves the brain's ability to use sensory information to adjust and correct movement in real time.

3.3. NEURAL PLASTICITY

Repeated practice of rhythmic motor activities, such as body percussion, induces adaptive changes in the structure and function of the central nervous system, a phenomenon known as neural plasticity. Studies have shown that rhythmic training can increase functional and structural connectivity between key areas of motor control, particularly between the cerebellum and the motor cortex (Penhune et al., 1998).

The cerebellum plays a critical role in the temporal control of movements and in learning complex motor sequences. Body percussion, by involving the execution of rhythmic and often complex motor patterns, stimulates cerebellar activity and its connections with the cortex, improving the accuracy, fluidity and automaticity of rhythmic responses. This underlying plasticity allows the athlete to internalize rhythmic patterns, becoming less dependent on external stimuli and developing greater sensitivity to his or her own internal pulse and the rhythm of his or her sporting environment.

4. METHODOLOGICAL APPLICATIONS OF BODY PERCUSSION IN SPORTS TRAINING.

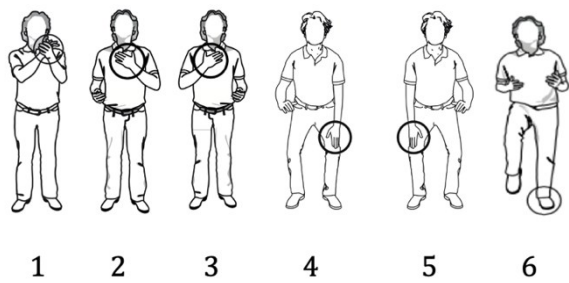
Body percussion offers a range of possibilities to be methodologically integrated in sports training programs, adapting to the specific needs of

each discipline. Its main applications are focused on the following areas (Andreu-Cabrera et al., 2021, 2022, 2023, 2024):

4.1. OPTIMIZATION OF THE MOTOR TIMING AND SYNCHRONIZATION.

One of the most direct uses of body percussion is the improvement of the athlete's ability to synchronize his movements with a certain tempo or rhythm, either externally imposed (e.g., by a metronome, music or the movement of teammates) or internally generated. The BAPNE method has many activities in this line with the objective of working rhythmic structures in a fixed and continuous way without losing the tempo. For example, the activity “1 to 6” requires a high attentional level in order to have a joint synchronization that varies.

FIGURE 1. *BAPNE rhythmic activity using voice and body*

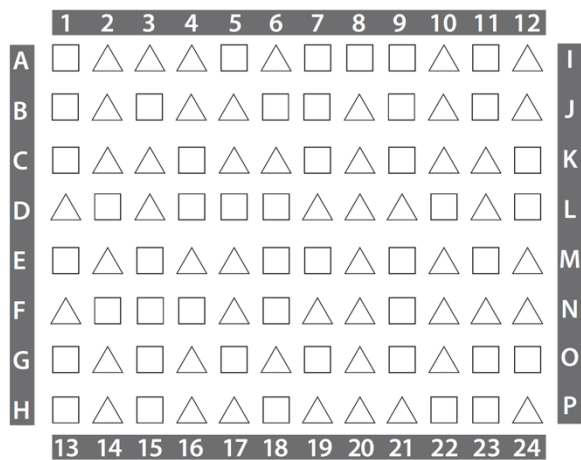


4.2. DEVELOPMENT OF COMPLEX MOTOR COORDINATION AND BODY DISSOCIATION.

Body percussion inherently requires the coordination of movements of different parts of the body, often simultaneously or sequentially in complex patterns. This is invaluable for sports that demand high dissociation and coordination of upper and lower extremities, or the execution of parallel motor actions. The activity “Clap Change“ is a very good exercise to work on coordination and dissociation. Another activity is

to use the BAPNE sheets that they must read while performing movements related to the selected sport. For example, bouncing a basketball while they read the various methodology sheets (Figure 2).

FIGURE 2. *Reading for motor coordination of the BAPNE Method.*



4.3. IMPROVING ANTICIPATION AND RHYTHMIC PERCEPTION IN REACTIVE SPORTS.

In interaction or situational sports, the ability to anticipate the rhythm of the opponent's or teammates' actions is crucial. Body percussion can hone this sensitivity to dynamic timing patterns

The rhythmic resource “il cubo parlante”, created by Javier Romero Naranjo, is a very efficient and innovative activity for the improvement of rhythmic ability in athletes, directly influencing the optimization of anticipation and rhythmic perception. This activity, adapted from the traditional Japanese game “Konpira fune fune”, which Javier Romero completely modified by modifying the movements, the number of participants and including the movement of the feet and the inclusion of language, transcends its playful origin to become a powerful tool in the training of executive functions and attentional networks critical for

sports performance based on rhythm (Diamond, 2013; Miyake et al., 2000). Bapne's method uses various types of cubes for its practical application (Figure 3).

FIGURE 3. *Types of cubes to be used in BAPNE method*



The academic justification for the effectiveness of the “talking cube” or “il cubo parlante” for this purpose is based on the activation and development of essential cognitive processes:

- A. **Praxias and motor coordination.** The manipulation and rotation of the cube, together with the hand and foot movements required during execution, demand the integration of ideomotor and ideational praxias. These praxias involve the ability to plan, sequence and execute coordinated motor acts directed to an end. In the sports context, this ability is fundamental for the fluid and precise execution of technical gestures in synchrony with an internal or external rhythm. “Il cubo parlante” exercises this ability by requiring specific motor responses (touching the cube with an open hand or the table with a closed fist) according to changing stimuli (the presence or absence of the cube), while maintaining a constant rhythmic movement with the feet.
- B. **ATTENTIONAL NETWORKS.** Alertness, orientation and executive control. The dynamic nature of the activity, where the cube appears and disappears, stimulates the alertness network, keeping the athlete in a state of readiness to detect the relevant stimulus. The need to identify the characteristics of the cube

(number, word, musical note) as it appears activates the orienting network, directing attention to information relevant to the response. Crucially, the activity intensely engages the executive control network. This network allows inhibiting the impulsive response of grasping the cube indiscriminately and modulating hand movements according to the situation. In athletes, efficient executive attentional control translates into a better ability to maintain focus on the rhythm, filter out distractions and adjust the motor action precisely in time.

C. EXECUTIVE FUNCTIONS. INHIBITION, COGNITIVE FLEXIBILITY AND DECISION MAKING:

In this section we will only comment briefly on some of the executive functions that are worked in this type of activity. We are aware that many others are also involved, where inhibition, cognitive flexibility, working memory, decision making, processing speed, planning, branching, dual task among many others are worked in some sequence of the activity.

INHIBITION. The suppression of the automatic impulse to react to the mere presence of the cube is a pillar of the “talking cube”. This ability to inhibit irrelevant or inappropriate responses is vital in sport to avoid rash actions and remain calm under rhythmic pressure.

COGNITIVE FLEXIBILITY. The activity requires constant adaptation of verbal or motor response depending on the content of the cube and whether it is present or not. This mental agility to alternate between different response rules (touching the cube and saying twice the number, or touching the table with the fist) fosters cognitive flexibility, allowing the athlete to adjust to unexpected changes in the pace or conditions of the game.

DECISION-MAKING. At each turn, the participant must quickly assess whether the cube is present and, if so, what specific action to perform based on its contents. This process of rapid decision making under time pressure is directly applicable to sport situations where it is necessary to decide the optimal motor action in fractions of a second based on rhythmic stimuli.

The implementation of “il cubo parlante” offers pedagogical variants that allow adjusting the complexity and content, including the reading of rhythmic figures, the intonation of musical notes, the performance of

canons, arithmetic activities and translations. These adaptations enable comprehensive rhythmic training, connecting auditory, visual and motor perception with higher cognitive processes. The simultaneous execution of movements and verbal tasks constitutes a double task that imposes an additional cognitive demand, strengthening the athlete's ability to maintain rhythmic performance in multitasking situations. Therefore, “il cubo parlante”, rooted in the principles of the BAPNE method, constitutes a didactic and training tool of high value to optimize rhythmic ability in athletes. Its design stimulates in an integrated way praxias, attentional networks and executive functions, crucial elements for the improvement of anticipation and rhythmic perception in the sports context. The physical manipulation of the object and the dynamic interaction inherent to the activity offer a multisensory experience that complements and enriches traditional rhythmic training, preparing the athlete to respond in a more precise, coordinated and adaptive manner to the rhythmic demands of his or her discipline. Future longitudinal research may further investigate the long-term impact of this strategy on athletic performance.

5. CHALLENGES AND CONSIDERATIONS FOR IMPLEMENTATION

Despite its promising benefits, effective integration of body percussion into sports training programs presents certain challenges that must be addressed strategically:

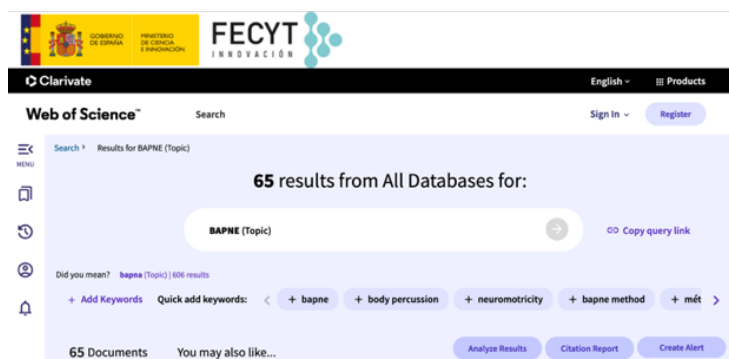
- - COACH EDUCATION. lack of knowledge and experience on the part of coaches in designing and implementing body percussion exercises specific to the demands of each sport can be an obstacle. Specialized training that connects body percussion principles with sports training theory and neuroscience is required.
- - CULTURAL PERCEPTION AND RESISTANCE TO CHANGE. In traditional sport contexts, body percussion may initially be perceived as a purely recreational or artistic activity, removed from the seriousness of high-performance

training. Overcoming this cultural resistance requires clear communication of its scientific rationale and benefits, as well as practical demonstration of its effectiveness.

- - **METHODOLOGICAL ADAPTATION.** It is crucial to adapt the complexity and type of body percussion exercises to the age, developmental level, previous experience of the athletes and the specific characteristics of the sport. An inadequate implementation may not generate the expected benefits or may be demotivating.
- - **CURRICULAR INTEGRATION.** Body percussion should be integrated in a coherent manner within the overall training program, not as an isolated activity. This implies planning how and when these exercises will be incorporated to complement other aspects of physical, technical and mental preparation.

To overcome these challenges, a progressive approach is recommended, starting with simple exercises in warm-up or cool-down phases, and then incorporating more complex and specific sequences within technical or physical training sessions. Collaboration with professionals from related disciplines, such as musicians, percussionists or rhythmic educators with knowledge of body percussion (Romero-Naranjo, 2013), can significantly enrich the methodological and pedagogical design of the sessions. The BAPNE method has more than four thousand academic citations and more than sixty publications in Web of Science. (Figure 4).

FIGURE 4. *Research in Web of Science.*



6. CONCLUSION.

In conclusion, the present study addressed the exhaustive academic analysis of body percussion as a viable and effective didactic and training strategy for the optimization of rhythmic ability in athletes. Throughout this work, it has been evidenced that rhythmic ability constitutes a multidimensional construct essential for high-level motor performance, transcending simple synchronization to integrate complex perceptual, cognitive and motor processes that interact synergistically. The understanding of rhythmic ability in the sport context has been deepened, highlighting its crucial role in motor control by providing a time frame that structures neural and muscular activity, facilitating coordination, movement sequencing and the regulation of speed and strength. Its relevance is manifested differentially in cyclic sports, where it has a direct impact on biomechanical and energetic efficiency, and in acyclic or situational sports, where it is key for anticipation and adaptation to changing rhythms.

Body percussion, as an activity that involves the active generation of rhythms through body movement, is based on solid neurophysiological principles that justify its potential for rhythmic development. Phenomena such as rhythmic entrainment, multisensory integration and neural plasticity explain how this practice activates and reinforces the neural networks involved in temporal processing and motor control, improving the stability, precision and fluidity of rhythmic execution. Several methodological applications of body percussion in sports training have been outlined, oriented to the optimization of motor timing, the development of complex coordination and body dissociation, as well as the improvement of anticipation and rhythmic perception in reactive sports. Specific tools, such as the “talking cube” resource of the BAPNE Method, demonstrate how body percussion can stimulate in an integrated way praxias, attentional networks and executive functions -inhibition, cognitive flexibility and decision making-, crucial elements for an adaptive rhythmic response in the sport context.

Notwithstanding the promising benefits, the effective integration of body percussion in sports training programs faces challenges that

require strategic attention. Adequate training of coaches, overcoming entrenched cultural perceptions, methodological adaptation to the specific characteristics of each discipline and coherent curricular integration are fundamental aspects to maximize the impact of this tool. In summary, body percussion emerges as an innovative and scientifically based methodology with considerable potential to enrich the integral preparation of the athlete through the specific development of his or her rhythmic ability. Future longitudinal research is recommended to quantify the long-term impact of this strategy on sports performance in various disciplines.

7. REFERENCES.

- Alonso-Marco, M., & Romero-Naranjo, F. J. (2022). Introducción al análisis cinemático de los movimientos básicos de la percusión corporal según el Método BAPNE. *Retos*, 46, 950–971. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.94773>
- Alonso-Sanz, A. A., & Romero-Naranjo, F. J. (2014). Uso de los anuncios televisivos como recurso didáctico en las disciplinas artísticas. Las panaderas. In *El reconocimiento docente. Innovar e investigar con criterios de calidad: XII Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria* (pp. 352-361). Instituto de Ciencias de la Educación.
- Alonso-Sanz, A., & Romero-Naranjo, F. J. (2015). El círculo en la relación espacio y cuerpo. Foto-Ensayo a partir de Isidro Blasco y el método BAPNE. *Arte, Individuo y Sociedad*, 27(3), 359-374.
- Andreu-Cabrera, E., & Romero-Naranjo, F. J. (2021). Neuromotricidad, Psicomotricidad y Motricidad. Nuevas aproximaciones metodológicas. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación*, 42, 924-938. <https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.89992>
- Andreu-Cabrera, E., & Romero-Naranjo, F. J. (2024). Estudio observacional de la motricidad en los juegos infantiles de palmas: propuesta de un instrumento de análisis y registro. In *Innovación docente e investigación en educación: desafíos de la enseñanza y aprendizaje en la educación superior* (pp. 1363-1375). Dykinson.
- Andreu-Cabrera, E., González de Benatuil, L. M., & Romero-Naranjo, F. J. (2024). Los juegos de palmas como herramienta de estimulación cognitiva. In *Innovación docente e investigación en educación: desafíos de la enseñanza y aprendizaje en la educación superior* (pp. 1349-1361). Dykinson.

- Arnau-Mollá, A. F., & Romero-Naranjo, F. J. (2022a). A bibliometric study on body percussion based on high impact search engines. *Retos*, 45, 679-692. <https://doi.org/10.47197/retos.v45i0.92653>
- Arnau-Mollá, A. F., & Romero-Naranjo, F. J. (2022b). Body percussion as a pedagogical resource. Bibliometric study on body percussion based exclusively on secondary search engines. *Retos*, 46, 809–825. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.95178>
- Arnau-Mollá, A. F., & Romero-Naranjo, F. J. (2024a). Evolución bibliométrica de la percusión corporal: Impacto y género en las publicaciones científico-académicas (Bibliometric evolution of body percussion: Impact and gender in scientific-academic publications). *Retos*, 51, 1025–1054. <https://doi.org/10.47197/retos.v51.101450>
- Arnau-Mollá, A. F., & Romero-Naranjo, F. J. (2024b). Effect of the BAPNE neuromotricity method on anxiety levels in university students considering gender differences. *Journal of Physical Education and Sport ® (JPES)*, 24(7).
- Arnau-Mollá A. F., Romero-Naranjo, F. J., & Andreu-Cabrera, E. (2024). Comparing the impact of neuromotricity BAPNE method and traditional methodology on selective attention and concentration among future teachers: A gender-based comparative study. *Journal of Physical Education and Sport ® (JPES)*, 24(5), Art. 140, 1212-1229. <https://doi.org/10.7752/jpes.2024.05140>
- Boillos-García, F. & Romero-Naranjo, F.J. (2024a). Neuromotricity and Augmented and Virtual Reality: didactic approach as an educational resource. *Metodologías emergentes en la investigación y acción educativa*. Editorial Dykinson.
- Boillos-García, F. & Romero-Naranjo, F.J. (2024b). Body Percussion, Artificial Intelligence, Augmented Reality and Virtual Reality: new educational perspectives. *Metodologías emergentes en la investigación y acción educativa*. Editorial Dykinson.
- Bouwer, F. L., Nityananda, V., Rouse, A. A., & Ten Cate, C. (2021). Rhythmic abilities in humans and non-human animals: A review and recommendations from a methodological perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 376(1835), 20200335.
- Budak, M., Kılıç, M., & Taşkın, H. (2017). The effect of traditional children's games on orientation and rhythm ability. *Science. Movement and Health Dergisi*, 17(2), 200-204.
- de Quel, Ó. M., & Bennett, S. J. (2019). Perceptual-cognitive expertise in combat sports: a narrative review and a model of perception-action.[Habilidades perceptivo-cognitivas en deportes de combate: una revisión narrativa y un modelo de percepción-acción]. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. doi: 10.5232/ricyde, 15(58), 323-338.

- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64(1), 135-168.
- Di Russo, S., Gisbert Caudeli, V., Romero-Naranjo, F. J., & Domenico Pelizza, A. (2024b). Body percussion in the band repertoire: The case study of the work *Palindromia Flamenca*, by Antonio Ruda Peco. *Per Musi*, 25, 1-23. <https://doi.org/10.35699/2317-6377.2024.52694>
- Di Russo, S., Romero-Naranjo, F. J. (2021a). Body percussion in spanish music: A methodological approximation [Article]. ERPA 2021 International Congresses on Education, Sakarya, Turkiye.
- Di Russo, S., Romero-Naranjo, F. J. (2021b). Body percussion in the work of composer Oscar Navarro. *The case of “Libertadores [Article]. ERPA 2021 International Congresses on Education, Sakarya, Turkiye.
- Di Russo, S., & Romero-Naranjo, F. J. (2023). Body percussion and traditional dances. The case of Ball dels Moretons in Mallorca. *Retos*, 49, 442–458. <https://doi.org/10.47197/retos.v49.97609>
- Di Russo, S., Romero-Naranjo, F. J., Gisbert Caudeli, V., Cantarini, G. (2023). The repertoire for wind band and body percussion. A state of the question from the bapne method. In M. d. M. Simón Márquez, J. J. Gázquez Linares, In A Martos Martínez, S. Fernández Gea, & P. Molina Moreno (Comps.), *Innovación docente e investigación en arte y humanidades: nuevas tendencias para el cambio en la enseñanza superior* (pp.171-184). Dykinson.
- Di Russo, S., Salerno, G., Romero-Naranjo, F. J. & Arnau-Moll., A. F. (2022). Las panaderas is creativity: From tradition to innovation. In. Martos Martínez, A. B. Barragán Martín, M. d. C. Pérez Fuentes, M. d. M. Molero Jurado, M. d. M. Simón Márquez & M. Sisto (Comps.), *Acercamiento Multidisciplinar Para la Investigación e Intervención en Contextos Educativos* (pp. 403-414). Dykinson.
- Fiveash, A., Bella, S. D., Bigand, E., Gordon, R. L., & Tillmann, B. (2022). You got rhythm, or more: The multidimensionality of rhythmic abilities. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 84(4), 1370-1392.
- García Sala, M., Piqueres de Juan, I., Sánchez González, E., Serna Domínguez, M., Trives Martínez, E. A., & Romero Naranjo, F. J. (2018). El uso de la percusión corporal en las músicas urbanas. In *Innovación y modelos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior* (pp. 131-140). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- González de Benatuil, M.L. & Romero-Naranjo, F.J. (2024a). Verbunk as a pedagogical tool: exploring dance and body percussion the classroom through the Bapne method. *Metodologías emergentes en la investigación y acción educativa*. Editorial DYKINSON.

- González de Benatuil, M.L. & Romero-Naranjo, F. J. (2024b). Active breaks and neuromotoricity: proposal for the stimulation of cognitive and executive functions from the bapne method. *Metodologías emergentes en la investigación y acción educativa*. Editorial Dykinson.
- Honyian, F., & Sondhiratna, T. (2024). The use and effect of music rhythm and body movement activities on child development. *Asia Pacific Journal of Religions and Cultures*, 8(2), 781-791.
- Mastrokalou, N., & Hatziharistos, D. (2007). Rhythmic ability in children and the effects of age, sex, and tempo. *Perceptual and Motor Skills*, 104(3), 901-912.
- McCrary, J. M., & Gould, M. (2023). Rhythm in sport: Adapted rhythmic training to optimize timing and enhance performance in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 26(11), 636-638.
- Merleau-Ponty, M., Landes, D., Carman, T., & Lefort, C. (2013). *Phenomenology of perception*. Routledge.
- Miletić, Đ., Katić, R., & Maleš, B. (2004). Some anthropologic factors of performance in rhythmic gymnastics novices. *Collegium antropologicum*, 28(2), 727-737.
- Miyake, A., N. P. Friedman, M. J. Emerson, A. H. Witzki, A. Howerter, and T. D. Wager. (2000). "The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex 'frontal lobe' tasks: A latent variable analysis." *Cognitive Psychology* 41 (1): 49–100.
- Nakamoto, H., Mori, S., Ikudome, S., Unenaka, S., & Imanaka, K. (2015). Effects of sport expertise on representational momentum during timing control. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77, 961-971.
- Novacheck, T. F. (1998). The biomechanics of running. *Gait & posture*, 7(1), 77-95.
- Penhune, V. B., Zatorre, R. J., & Evans, A. C. (1998). Cerebellar contributions to motor timing: a PET study of auditory and visual rhythm reproduction. *Journal of cognitive neuroscience*, 10(6), 752-765.
- Posner, M. I., and S. E. Petersen. (1990). "The attention system of the human brain." *Annual review of neuroscience* 13 (1): 25–42.
- Romero-Naranjo, F. J. (2013). Science & Art of body percussion: A review. *Journal of Human Sport & Exercise*, 8(2), 442-457.
<https://doi.org/10.4100/jhse.2012.82.11>
- Romero-Naranjo, F. J. & Alonso-Sanz, A. (2014). Percusión corporal y "Stepping" en la cultura visual norteamericana. In *Una perspectiva caleidoscópica* (pp. 185-196). Letra de Palo.

- Romero-Naranjo, F. J. (2018). Bodypercussion basic. Body music – Body percussion Press.
- Romero-Naranjo, F. J., & Romero-Naranjo, A. A. (2022). Percusión corporal y salud: una breve aproximación estado de la cuestión. *Eufonía: Didáctica de la música*, (93), 16-23.
- Romero-Naranjo, F. J., Pujalte Cantó, F. J., & Arnau-Mollá, A. F. (2023). Body percussion and selective attention. Interdisciplinary quantitative study through neuromotricity activities BAPNE method based on the dual task in Primary Education. *Retos*, 48, 844–860.
<https://doi.org/10.47197/retos.v48.97661>
- Romero-Naranjo, F.J (2020). Body Percussion in the Physical Education and Sports Sciences. An Approach to its Systematization According to the BAPNE Method. *International Journal of Innovation and Research in Educational Sciences*, 7, 421-431.
- Romero-Naranjo, F.J. (2022). BAPNE FIT: Neuromotricity and body percussion in physical activity and sport sciences. *The Educational Review, USA*, 6(2), 37-44, (2022). doi: 10.26855/er.2022.02.001
- Romero-Naranjo, F. J., Sayago-Martínez, R., Jiménez-Molina, J. B., & Arnau-Mollá, A. F. (2023). Pilot Study of the Assessment of Anxiety and Attention through Body Percussion and Neuromotricity in Secondary School Students in Physical Education, Music and Visual Arts classes. *Retos*, 47, 573–588. <https://doi.org/10.47197/retos.v47.95595>
- Romero-Naranjo, F. J. (2024). Neuromyths about movement and the brain: debunking misconceptions. *Journal of Physical Education and Sport*, 24(7), 1707-1715.
- Romero Naranjo, F. J. (2025). Movement and neuromotricity in the context of artificial intelligence: Future prospects for global development. *Journal of Physical Education and Sport*, 25(3), 488-498.
- Romero-Naranjo, F. J., Andreu-Cabrera, E., González de Benatuil, M.L. & Arnau-Mollá, A. F. (2024). Principles of neuromotricity: clap change, voice change & stomp change as a pedagogical resource. *Innovación Docente e Investigación en Educación: Desafíos de la Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Superior*. Editorial DYKINSON.
- Rohwer, D. (2024). To-resource: ChatGPT as a tool in music education research. *Update: Applications of Research in Music Education*, 42(3), 4-7.
- Sayago-Martínez, R., Salerno, G., Di Russo, S., Arnau-Mollá, A. F., & Romero-Naranjo, F. J. (2021, June 3-5). Socioemotional aspects of music-Motor activities according to the BAPNE method [Written submission]. *ERPA 2021 International Congresses on Education*, 484-489. Sakarya, Turkey.

- Thaut, M. (2013). *Rhythm, music, and the brain: Scientific foundations and clinical applications*. Routledge.
- Vicente Nicolás, G., & Alonso-Sanz, A. (2013). El movimiento y la percusión corporal desde una perspectiva corpórea de la educación musical. XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Retos de futuro en la enseñanza superior: docencia e investigación para alcanzar la excelencia académica / coordinadores, M^a Teresa Tortosa Ybáñez, José Daniel Álvarez Teruel, Neus Pellín Buades. Alicante: Universidad de Alicante.
- Williams, A. M., Davids, K., Burwitz, L., & Williams, J. G. (1994). Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research quarterly for exercise and sport*, 65(2), 127-135.
- Zachopoulou, E., Mantis, K., Serbezis, V., Teodosiou, A., & Papadimitriou, K. (2000). Differentiation of parameters for rhythmic ability among young tennis players, basketball players and swimmers. *European Journal of Physical Education*, 5(2), 220-230.
- Tucunduva, B. & Molinari, C. (2001). Artes circenses na UTFPR: relato de proposta pedagógica multidisciplinar. In V Fórum Internacional de Ginástica Geral, Campinas (1-7).
- Rohwer, D. (2024). To-resource: ChatGPT as a tool in music education research. *Update: Applications of Research in Music Education*, 42(3), 4-7.
- Vicente Nicolás, G., & Alonso-Sanz, A. (2013). El movimiento y la percusión corporal desde una perspectiva corpórea de la educación musical. XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Retos de futuro en la enseñanza superior: docencia e investigación para alcanzar la excelencia académica / coordinadores, M^a Teresa Tortosa Ybáñez, José Daniel Álvarez Teruel, Neus Pellín Buades. Alicante: Universidad de Alicante.
- Woolley, A., Houser, N., & Kriellaars, D. (2024). Comparative Affective Outcomes Associated with Circus Arts Instruction in Quality Physical Education. *Circus: Arts, Life, and Sciences*.

BODY PERCUSSION AND EMBODIED COGNITION. FOUNDATIONS FROM MUSICAL AND BODY EXPRESSION

FRANCISCO JAVIER ROMERO-NARANJO
Universidad de Alicante

ELISEO ANDREU-CABRERA
Universidad de Alicante

1. INTRODUCTION

Body percussion, an ancient form of musical expression that uses the body itself as a resonating instrument, has experienced a resurgence in various fields, from the artistic to the therapeutic and, significantly, in education. At the same time, in recent decades, the field of cognitive science has witnessed a paradigm shift with the emergence of “embodied cognition.” This perspective challenges traditional dualistic notions that separate mind and body, proposing instead that cognitive processes are intrinsically linked to our bodily experiences and sensorimotor interaction with the environment. This paper aims to explore the profound synergy between body percussion and the tenets of embodied cognition, arguing that this convergence offers a robust and pedagogically transformative theoretical framework for music education. Historically, education, and music education in particular, has been significantly influenced by dualistic philosophies that prioritized the intellect over physical experience. From Plato, who considered the body a prison for the soul, to Cartesian rationalism, which radically separated the *res cogitans* (mind) from the *res extensa* (body), movement and bodily experience were often relegated to the background in musical learning processes, or ignored altogether. This conception limited the understanding of music to a predominantly mental and auditory exercise, dismissing the fundamental role that the body plays in musical perception,

production, and comprehension (Abril, 2011; Alerby & Ferm, 2005; Altenmüller, 2015, 2019, 2016; Nietzsche, 1972; Saarikallio, 2006).

However, later philosophical currents, notably the phenomenology of thinkers such as Edmund Husserl and Maurice Merleau-Ponty, began to reclaim the indissoluble unity of the human being, where the body is not a mere passive receptacle, but the very vehicle of our existence and knowledge of the world. Merleau-Ponty, in particular, emphasized that consciousness is intrinsically linked to concrete contact with the world through the body, a lived body (*Leib* or *corps propre*) that is the locus of all perception and experience. These ideas resonated with the intuitions of pioneering music educators such as Émile Jaques-Dalcroze, who, as early as the beginning of the 20th century, advocated for the inclusion of bodily activity in music learning, understanding the body as the primary instrument (Alperson, 1994; Anderson, 2003, Bachmann, 1991; Berger, 1999; Biesta, 2019a, 2019b; Blesedell, 1992). Embodied cognition, drawing on these philosophical sources and enriched by advances in neuroscience and psychology, maintains that the mind is not an abstract, disembodied entity that processes symbols, but rather an activity that emerges from, is structured by, and is never totally separable from the materialities of bodily experience. From this perspective, “knowing” is inseparable from “doing”; knowledge is constructed through action and always bears the imprint of the body. Body percussion, being an eminently enactive practice, where sound is produced and experienced through movement and tactile sensation, presents itself as an ideal field for the manifestation and development of embodied cognition (Parviainen, 1998). This work therefore seeks to transcend the merely recreational or rhythmic justifications for body percussion in education in order to establish its profound cognitive value. It will be argued that body percussion not only “trains rhythm” or “develops coordination,” but more fundamentally cultivates a form of musical knowledge that is integral, situated, and meaningful, aligning itself with the principles of an education that recognizes the human being in their bodily wholeness (Stubley, 1998, 1999; Yakhlef, 2010).

2. OBJETIVES.

THE MAIN OBJECTIVES OF THIS *PAPER* ARE:

To theoretically ground the importance of movement and body percussion in music education from the perspective of embodied cognition, overcoming dualistic conceptions and highlighting the body-mind unity in music learning.

To analyze how body percussion practices facilitate embodied learning processes, illustrating how a bridge is built between pre-reflective experience, sensorimotor action, and conscious musical understanding.

Examine the implications of an embodied approach to body percussion for pedagogical practices in music, including its link to specific methodologies such as the BAPNE Method, and propose a vision of music education that values bodily experience as a fundamental pathway to knowledge.

3. METHODOLOGY.

3.1. THE RISE OF EMBODIED COGNITION.

Western philosophical tradition has been deeply marked by a dualism that opposes mind and body, considering them separate entities and often hierarchically ordered, with the mind or soul occupying a position of superiority. This dichotomy, rooted in the thinking of Plato, who saw the body as a prison from which the soul must be freed in order to achieve fulfillment, found one of its most influential and persistent formulations in the rationalism of René Descartes. For Descartes, human beings were composed of two distinct substances: the *res cogitans* (thinking substance, the soul or mind) and the *res extensa* (extended substance, the material body). The human was identified primarily with consciousness, while the body was conceived as a machine, a mechanical container that operated according to physical principles and did not need the soul for its explanation. This Cartesian split had profound consequences, not only in philosophy, but also in science and, by extension, in education, where “legitimate” knowledge was predominantly

associated with the rational and abstract processes of the mind, relegating bodily experience to a secondary plane, often seen as a source of error or distraction (Juntunen, 2001, 2004, 2006, 2016, 2020).

This dualistic view, which Bowman (2000, 2004, 2007) describes as the assumption that the mind is separate from and superordinate to bodily things, has been an obstacle to a comprehensive understanding of human beings and their learning processes. In the field of music education, this legacy translated into an emphasis on theoretical and auditory aspects and, to a certain extent, on technical skill disconnected from deep body awareness (Brooks & Goldin-Meadow, 2016). The idea that the body was merely a transmitter of sensory data to the mind for processing, or a simple executor of mental commands, left little room for valuing the knowledge inherent in lived and enacted experience (Chandler & Tricot, 2015).

In response to these postulates, various philosophical currents began to question this radical separation. Friedrich Nietzsche, for example, harshly criticized philosophies that considered consciousness to be the quintessential expression of humanity, arguing that it is not an independent entity, but rather a tool at the service of the body (Eitan & Granot, 2006). These pioneering ideas found a more systematic development in phenomenology. Edmund Husserl and, crucially for the present analysis, Maurice Merleau-Ponty proposed a corporeal conception of man in which consciousness is intrinsically linked to concrete contact with the world. Merleau-Ponty (1975) argues that man is “being-in-the-world” through his body, a body that is not an object among others, but the very means of our communication and our presence in it. He introduces the concept of *chair* (flesh) to designate this dimension of corporeal being in which there is a fundamental interaction between ourselves and the world around us (Duch & Mèlich, 2005).

Phenomenology distinguishes between the “lived body” (*Leib* in Husserl, *corps propre* in Merleau-Ponty) and the “objective” or biological body (*Körper*). The lived body is not simply the material entity, but the experience of our sensitive and perceptive capacities, pre-rational and pre-logical, which precedes reflective thought. It is through this lived body that we experience spatiality, not as abstract geometry, but as a “situational spatiality” governed by our “body schema” (*schéma corporel*),

that global awareness of our posture and the arrangement of our limbs in the intersensory world. For Merleau-Ponty, movement is the very expression of consciousness; we do not think movement and then execute it, but rather movement and awareness of movement are one.

These philosophical ideas found growing resonance in the cognitive sciences, culminating in the paradigm of “embodied cognition.” This approach holds as a fundamental principle the inseparability of mind and body, asserting that all cognition has a material basis and that bodily experience is indispensable to all human knowledge. Cognition, from this perspective, is not the manipulation of abstract and disembodied representations of an external reality, but an “enactive” or “emergent” activity that arises from the dynamic interaction between a corporeal organism and its environment. Human conceptual abilities, far from being purely abstract, emerge from and are structured by our sensorimotor experiences (Fraleigh, 1991). As Lakoff and Johnson (1999) assert, the mind is inherently embodied, thought is largely unconscious, and abstract ideas are largely metaphorical, based on our physical experience (Corriveau & Goswami, 2009; Csikszentmihalyi, 1984,1990, 2003; Custodero, 1998, 2002a, 2002b, Damasio, 1994; Davidson, 2004, 2009; Findlay, 1971; Goldman, 2019; Habron & van der Merwe, 2015); Hodges & Gruhn, 2012; Gevaert, 1980; Immordino-Yang & Yang, 2007).

The “enactive” version of embodied cognition, particularly relevant to music and body percussion, emphasizes that conceptual, sensory, and motor processes have coevolved and are inextricably linked. Cognitive capacity emerges from reinforced neural connections between the senses and the motor system, such that perception and action are inseparable in all cognition. The mind, then, does not reside solely in the brain, but is distributed across the vast network of neural interconnections that extend throughout the body. The body is in the mind, and the mind is in the body. Moreover, this embodied mind extends to the sociocultural environment, which shapes experience and, therefore, cognition.

In this framework, the metaphors of “leakage” and “ambiguity” that Merleau-Ponty used to describe the human condition can be reinterpreted in a positive way. Instead of “ambiguity” as a defect, Bowman

(2004) proposes ‘polysemy’ or “multivalence,” the simultaneous multiplicity of meanings that, although not reducible to univocal propositions, are vivid and powerful. “Embodied knowledge” is always a “view from somewhere,” partial but deeply our own. And “fugue” can be understood as “intermodal transfer,” the ability to use schemas from one experiential domain (motor patterns, for example) to structure and understand another, a powerful cognitive tool. Music, with its inherent polysemy and ability to evoke intermodal resonances, thus becomes a privileged field for studying and cultivating this “genius for ambiguity.”

3.2. BODY PERCUSSION AS A CORPOREALIZED MUSICAL PRACTICE.

Body percussion, defined as the art of producing sounds and rhythms using only the human body as an instrument—through clapping, whistling, clicking, beating the chest, thighs, etc.—stands as a paradigmatic manifestation of corporealized music. Its origins date back to the earliest musical practices of humanity, where voice, movement, and bodily sounds were the fundamental elements of musical expression. This ancestral practice not only connects with the biological and cultural roots of music, but also offers fertile ground for the exploration and understanding of the principles of embodied cognition (Merleau-Ponty, 1961, 1975).

The intrinsic link between body percussion and embodied cognition manifests itself on multiple levels. First, body percussion directly and inescapably involves the sensorimotor systems. The production of each sound is a physical action that involves kinesthetic awareness, specific neuromuscular coordination, and immediate tactile and auditory feedback. The body is not merely an executor of preconceived musical ideas, but rather the very act of striking, feeling the vibration, coordinating movements in time and space, is the process of musical creation and experimentation. This direct, enactive experience is central to embodied cognition, which holds that knowledge is constructed through action and interaction with the world.

The role of movement in musical understanding has been a recurring theme in innovative music pedagogy. Émile Jaques-Dalcroze, with his Rhythmic Education, was a pioneer in recognizing the body as the

“principal instrument” and rhythm as the fundamental link between body and mind. He argued that to be fully musical, the individual must possess a combination of ear, voice, and awareness of bodily rhythm. Body percussion takes this idea to its ultimate expression, as the “instrument” is the body itself, and movement is inseparable from sound production. Subsequent studies have corroborated Dalcroze's intuition, demonstrating that movement can significantly improve rhythmic perception and performance. The bodily exploration of musical phenomena, such as complex rhythmic patterns or timbral qualities, allows for a pre-reflexive understanding, a “knowing in action” that often precedes verbal conceptualization. Gallagher and Lindgren (2015) speak of movement as a “physical or enactive metaphor” that allows access to abstract ideas through concrete experience. The relationship between music and the body can also be understood through Gibson's concept of “affordances,” adapted by DeNora (2000). Music and bodily sounds “offer” possibilities for action, inviting certain movements, gestures, and synchronizations. The body, in turn, with its capacities and limitations, explores and actualizes these affordances, creating a continuous feedback loop between perception and action. This is not a deterministic response to a stimulus, but rather an interactive dance where body and sound co-construct each other (Seitz, 2005).

The tactile nature of sound, what John Shepherd calls the “tactile core” or timbre, is especially palpable in body percussion. Each strike, each touch, each click produces not only an auditory event, but also a physical sensation. This “quality” of sound, its roughness, softness, forcefulness, or lightness, is experienced directly in and by the body, making the distinction between sound and self porous. As Bowman (2004) points out, timbre is not a secondary quality superimposed on a sound stimulus, but rather the “vibratory essence itself that sets the world of sound in motion and reminds us... that we are alive, sentient, and experiencing.” The temporal nature of music—pulse, tempo, rhythm, groove—finds a direct correspondence in bodily movements. Body percussion is, in essence, the organization of time through the movement of the body. Phenomena such as spontaneous synchronization to a pulse (entrainment) or the ability to “feel the groove” are manifestations of this deep neuromuscular

connection. Neuroscientific research suggests that the perception of the rhythmic components of auditory images depends on the activation of neural systems involved in motor activity. If listening to and making music activate and deploy the same neural circuits as moving bodies, then bodily action is not a mere accompaniment to music, but a constitutive and indelible part of what music, qua music, is (Pelinski, 2005).

This perspective has significant implications for the concept of “musicality.” As Bowman (2004) suggests, part of informed musical perception is based on the ability to “hear the performer’s body in the music.” An experienced body percussionist ‘hears’ the possibilities of movement and sound in another’s body in a way that is not available to a layperson. Muscle memory and kinesthetic experience constitute a type of “hearing” that is deeply bodily. However, musicality is not limited to “purely” musical resources. Imaginative performances often draw on bodily and gestural resources that come from experiences outside the strictly musical realm, demonstrating the permeability between musical knowledge and other forms of embodied knowledge. The ability of non-musicians to connect with these gestures and feel “at one with the music” underscores the universality of this bodily foundation. Body percussion, therefore, does not merely “represent” or “express” musical ideas or emotions (Sheets-Johnstone, 1999, 2011). Qualities such as “swing,” “tenderness,” or “joy” in a body percussion performance are not mediated by symbolic representation, but are “material realities, enacted qualities of embodied minds.” Gestures are not representations of movement; they arise from and consist of the (re)experience of lived movement, through intermodal resonance. Body percussion is a constructive act: the creation of coherent constellations of intermodal connections, rich in their capacity to align and realign experiential worlds.

4. EMBODIED LEARNING THROUGH BODY PERCUSSION.

The concept of “embodied learning” refers to the process of acquiring knowledge and understanding from interactive experiences of the self with the physical and social environment, mediated by the senses, perceptions, and mind-body action and reaction. This type of learning,

fundamental to Merleau-Ponty's phenomenological philosophy, goes beyond what can be thought and articulated verbally, encompassing the tacit knowledge that manifests itself in organizational life and practical action. In embodied learning, perceiving, thinking, and acting are not separate phases, but interconnected processes that influence each other; thought, emotion, and bodily experience are equally influential (Levi, 1989; Lora, 1991). Body percussion, with its emphasis on “doing” by using and moving the body, presents itself as an exceptionally powerful pedagogical tool for fostering this type of holistic learning in the musical context.

Juntunen (2020) suggests several pedagogical approaches, inspired by the Dalcroze approach, to enhance embodied learning, many of which are directly applicable and observable in the practice of body percussion:

Promotion of multisensory perception, imagery, integration, and experience as the basis for personal and multisensory learning.

Body percussion is inherently multisensory. The performer not only hears the sounds they produce (auditory perception), but also feels them as vibrations in their body (tactile and kinesthetic perception) and sees their own and others' movements (visual perception). This integration of multiple sensory modalities enriches the experience and deepens understanding. In addition, body percussion can evoke mental images, both auditory (the ability to “hear internally” or “audition”) and kinesthetic (imagining movement before or after performing it). This “inner hearing” is crucial for improvisation and composition, and motor imagery prepares the body-mind for tangible action and expression. Reflection on these multisensory experiences, and verbalizing them, helps to make embodied learning explicit, allowing it to be shared and enriched.

Promoting awareness. To learn from kinesthetic and multisensory experiences, it is necessary to become aware of them. Body percussion requires and develops body awareness: attention to posture, quality of movement, and tactile and proprioceptive sensations. Warm-up exercises can help students “tune in” to their bodies and become aware of muscle tension. Variation in the execution of movements (e.g., striking with different parts of the hand, with different intensities, or on different areas of the body) increases kinesthetic awareness, allowing the familiar to be rediscovered in new ways. Spatial awareness is also

developed by learning to use space effectively and to relate spatially to others in body percussion ensembles.

Involvement, integration, and challenge of different functions. Body percussion activities are often structured as “quick reaction games” or complex sequences that require constant alertness, focused attention, keen perception, use of imagination, ability to change and adapt, and, fundamentally, improvisation. This comprehensive involvement of perceptual, physical, and analytical (intellectual) functions sought by Jaques-Dalcroze (1935) reinforces the mind-body unity. The cognitive challenges inherent in memorizing sequences, synchronizing with others, improvising within given structures, and responding to musical or gestural changes promote the development of thinking and reasoning.

Balance between intellectual and physical functions. Effective body percussion teaching seeks a balance between mental effort and physical energy. Progressions should move from simple to complex, varying the level of difficulty to maintain concentration and motivation. It is crucial to learn to trust the body's ability to move with awareness, avoiding excessive intellectualization that can inhibit fluidity of movement. Exercises that combine music and movement (as in body percussion) offer opportunities to practice and gain this confidence in the body's “intelligence.”

Consideration of emotional, creative, and intersubjective dimensions as fundamental to learning. Body percussion, especially when approached in a playful and collaborative manner, can generate positive emotions and rewarding experiences. The “spirit of play” frees us from excessive self-consciousness and promotes joy, which supports learning and reduces stress. The practice of body percussion is an excellent vehicle for musical expression and creativity, encouraging students to explore their own sound and gestural ideas and develop their improvisational skills. At the intersubjective level, group learning in body percussion activities occurs through interactive processes: participants observe, imitate, take ideas from others, and propose their own, turning learning into a mutual activity. Working collaboratively in body percussion ensembles also fosters group cohesion and social inclusion, which are crucial for motivation and participation.

Building a strong sense of self. By resonating with sounds, the moving and feeling body contributes to a sense of wholeness and integrity. In body percussion, students are encouraged to be sensitive to how movements and sounds “feel” in the body. This type of listening, attuned to one's own being, develops awareness and sense of self, the experience of “I am.” Finding new ways to act and express oneself through the body helps the individual connect more with their personal self. Subjectivity and the body are in a dialectical relationship; the person is constituted as an integrated experience of body and movement, involving both unintentional processes and consciousness.

In short, embodied learning through body percussion is not simply the acquisition of rhythmic or motor skills. It is a holistic process that integrates the physical, cognitive, social, emotional, and, for some, even the spiritual, transforming not only the student's musical knowledge but also their sense of self and their way of being in the world.

5. BODY PERCUSSION, EMBODIED COGNITION, AND THE BAPNE METHOD.

The BAPNE Method, an acronym that encapsulates its five fundamental pillars—Biomechanics, Anatomy, Psychology, Neuroscience, and Ethnomusicology—is presented as a comprehensive teaching methodology focused on the work of cognitive and executive functions control (Alonso-Marco & Romero-Naranjo, 2022; Andreu-Cabrera & Romero-Naranjo, 2021, 2022, 2023, 2024; Arnau-Mollá & Romero-Naranjo, 2022a, 2022b, 2023, 2024a, 2024b; Boillos-García, & Romero-Naranjo, 2024a, 2024b; Di Russo & Romero-Naranjo, 2022, 2023, 2024; Romero-Naranjo, 2022, 2024, 2025; Vicente Nicolás & Alonso-Sanz, 2013). This multidisciplinary approach not only makes it a versatile pedagogical tool, but also places it as a paradigmatic example of how the principles of embodied cognition can be systematically articulated, applied, and developed through an eminently enactive and bodily musical practice (Boillos-García, F. & Romero-Naranjo, F.J., 2024a, 2024b). The synergy between BAPNE and embodied cognition lies in their shared conviction that learning and human development are

holistic processes, where body and mind, action and thought, emotion and culture are inextricably intertwined (Andreu-Cabrera et al., 2023, 2024; González de Benatuil & Romero-Naranjo, 2024a, 2024b; García-Sala et al., 2018; Morales-Martín et al., 2024; Romero-Naranjo, 2025; Rower, 2024)

Biomechanics and Anatomy. BAPNE places a strong emphasis on the correct use of the body, postural awareness, and an understanding of the mechanics of movement for the production of body sounds. This resonates directly with the premise of embodied cognition that the physical body, with its anatomical specificities and biomechanical possibilities, actively shapes thought and experience. The execution of complex rhythmic patterns in body percussion, such as those worked on in BAPNE, requires a developed “body schema”—that pre-reflexive awareness of the position and relationship of body parts in space and in movement. The method seeks to optimize movement efficiency and prevent injury, which involves internalizing biomechanical principles that become part of the performer's “knowledge in action.” Precision in contact points, dissociation of movements, and intermanual and interpodal coordination are worked on from a functional understanding of the anatomy involved.

Psychology. The BAPNE Method uses body percussion as a tool for the development of multiple psychological functions, including attention (sustained, selective, divided), memory (working, short-term, and long-term), coordination (visuomotor, auditory-motor), and executive functions (planning, inhibition, cognitive flexibility). This approach is aligned with the embodied cognition view that posits that cognitive processes are not purely mental, but involve bodily states and actions. The need to maintain rhythm, remember sequences of movements and sounds, adapt to changes in tempo or dynamics, and coordinate one's own actions with those of a group in BAPNE activities are cognitive challenges that are addressed and resolved “through the body.” The experience of “flow,” described by Csikszentmihalyi, is frequently achieved in these activities when challenge and skill are balanced, generating deep concentration and enjoyment. In addition, body percussion, as practiced in BAPNE, offers a channel for emotional expression

and regulation, as rhythms and gestures can convey affective states and group practice can generate a feeling of catharsis and cohesion.

Neuroscience. BAPNE is based on neuroscientific principles such as brain plasticity, the importance of sensorimotor integration, and the role of rhythm in neural organization. This connects with the emphasis on embodied cognition in the neural pathways that link sensory, motor, and cognitive systems. The systematic practice of body percussion, with its demands for precise synchronization, dissociation of movements, and complex rhythmic processing, stimulates the creation and strengthening of neural networks. The concept of “multisensory-motor integration” is central: in BAPNE, auditory information (rhythms heard and produced), visual information (own and others' movements), tactile information (sensation of the beats), and kinesthetic information (perception of movement and body position) are continuously processed and integrated. Neuroscience has also highlighted how music and movement activate areas of the brain associated with reward and emotion, which explains the motivating and pleasurable nature of these practices.

Ethnomusicology. BAPNE integrates body percussion patterns and rhythmic traditions from various cultures around the world into its repertoire and methodology. This ethnomusicological approach aligns with the embodied cognition understanding that cognition is culturally situated and that bodily practices, including musical ones, vary and take on specific meanings in different cultural contexts. The body and music are not abstract universal entities, but are shaped and interpreted through the prism of culture. By exposing participants to a variety of rhythmic-bodily “languages,” BAPNE not only expands their musical and motor vocabulary, but also fosters an appreciation of cultural diversity and an understanding of how different cultures have used the body as a primary means of musical expression and communication. Participants learn that there are multiple ways of “being musical” with the body.

In essence, the BAPNE Method, through its multidisciplinary structure, offers a practical and theoretically grounded framework for the implementation of body percussion as a pathway to embodied learning (Navarro-Maciá, & Romero Naranjo, F. J. 2023a, 2023b; Sánchez-

González et al., 2018)). By explicitly integrating knowledge of biomechanics, anatomy, psychology, neuroscience, and ethnomusicology, BAPNE not only teaches body percussion, but uses this practice as a means to stimulate holistic development of the individual, where body and mind, cognition and action, emotion and culture are inextricably intertwined.

6. REFLECTION ON BAPNE AND EMBODIED COGNITION. TOWARDS HOLISTIC LEARNING.

By coherently and systematically integrating the knowledge and practices of biomechanics, anatomy, psychology, neuroscience, and ethnomusicology, the BAPNE methodology stands as a robust and multifaceted practical application of the fundamental principles of embodied cognition. It is not a simple sum of disciplines, but rather a synergy where each pillar informs and enriches the others, converging on the common goal of using body percussion as a means for the integral development of the individual.

Embodied cognition teaches us that learning does not occur in a disembodied mind, but through the active interaction of a sentient and acting body with its physical and sociocultural environment. BAPNE embodies this principle by placing the body at the center of the musical learning process. The body is not simply “used” as another instrument, but rather it is recognized that musical experience *is* a bodily experience, and that musical understanding is forged *in and through* motor action, sensory perception, and social interaction.

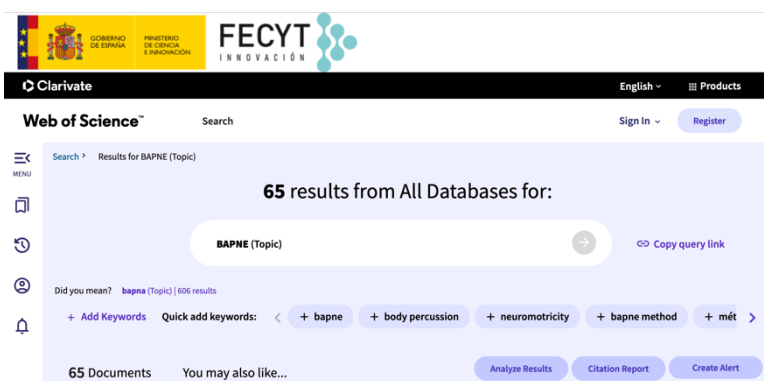
When a BAPNE participant learns, for example, a complex polyrhythmic sequence of African origin (ethnomusicology), they are simultaneously:

- Optimizing the mechanics of their movements and becoming aware of the anatomical structures involved in producing sounds clearly and efficiently (biomechanics and anatomy).
- Challenging their attention, memory, coordination, and planning skills, while managing their emotions and collaborating with the group (psychology).

- Stimulating the plasticity of their brain, strengthening neural connections between auditory, motor, and prefrontal areas, and experiencing multisensory-motor integration (neuroscience).

This interconnection is the essence of embodied learning: knowledge is not compartmentalized, but woven into a network of lived experiences. By approaching body percussion from this holistic perspective, BAPNE transcends the mere teaching of rhythmic techniques. It becomes a laboratory for exploring one's own cognitive and expressive abilities, a space for developing body and emotional awareness, and a window into the diversity of cultural manifestations of human musicality. In this sense, BAPNE not only teaches music *with* the body, but also promotes an understanding of music *as* an inherently embodied practice, leading to a deeper, more meaningful, and transformative form of learning. The BAPNE method has more than four thousand academic citations and more than sixty publications in Web of Science. (Figure 1).

FIGURE 1. *BAPNE research in Web of Science*



7. CONCLUSION

This journey through the fundamentals of embodied cognition and its manifestation in body percussion, culminating in the analysis of a methodology such as BAPNE, allows us to reaffirm the profound inadequacy of the dualistic educational models that have historically

dominated music teaching. Body percussion, far from being a mere recreational activity or simple rhythmic training, emerges as an educational practice of extraordinary cognitive, emotional, and social value, precisely because of its intrinsically embodied nature. We have argued, first, that overcoming Cartesian dualism and adopting an embodied perspective are crucial to understanding music learning in its entirety (Stubley, 1998, 1999).

The body is not an appendage of the mind, but the very foundation of our experience and knowledge of the world, and therefore of music. Body percussion, by making the body the instrument and the means of sound exploration, eloquently embodies this body-mind unity. Second, we have analyzed how body percussion practices facilitate a myriad of embodied learning processes. From promoting multisensory perception and kinesthetic awareness to integrating cognitive and motor functions and fostering emotional expression and creativity, body percussion activates and develops the individual in a comprehensive way. The bridge it builds between pre-reflective experience, “knowledge in action,” and conscious conceptualization through reflection and verbalization is fundamental to meaningful and lasting musical learning (Vicente Nicolás, G., & Alonso-Sanz, 2013).

Finally, we have examined the pedagogical implications of this approach, highlighting how methodologies such as BAPNE translate the principles of embodied cognition into concrete teaching strategies. Body percussion, approached from this perspective, becomes a powerful tool for cognitive stimulation, socio-emotional development, psychomotor improvement, and appreciation of cultural diversity. The objectives set out at the beginning of this paper have been addressed by establishing the relevance of movement and body percussion from the perspective of embodied cognition, by breaking down the embodied learning processes that this practice fosters, and by connecting these principles to specific pedagogical approaches. The implications for music education are vast. There is a pressing need for music teacher training programs to substantively incorporate the foundations of embodied cognition and the pedagogical practices that derive from it, such as body percussion. This implies not only teaching about the body in music, but teaching through and with the body, valuing the enactive

experience as a primary pathway to knowledge. The “genius for ambiguity” that Merleau-Ponty attributed to the human condition, that ability to navigate the polysemy and richness of lived experience, finds an exceptional breeding ground in body percussion. Through it, students not only learn music; they learn about themselves, about others, and about their way of being and acting in the world, developing a deeper, more integrated, and ultimately more human understanding.

Future research could explore in greater detail the specific impacts of embodied methodologies such as BAPNE on different cognitive and emotional domains, conduct cross-cultural comparative studies on how embodied learning through body percussion manifests and is fostered in diverse contexts, and develop assessment tools that capture the holistic nature of this type of learning. However, the current evidence is already sufficiently compelling to call for a transformation in music education, a transformation that fully embraces the body as a source and vehicle of knowledge and meaning.

7. REFERENCES

- Abril, C. R. (2011). Music, movement, and learning. En R. Colwell & P. R. Webster (Eds.), *The MENC handbook of research in music learning, volume 2: Applications* (pp. 92-129). Oxford University Press.
- Alerby, E., & Ferm, C. (2005). Learning Music: Embodied Experience in the Life-World. *Philosophy of Music Education Review*, 13(2), 177-185.
- Altenmüller, E. (2015). Émile Jaques-Dalcroze as a visionary of modern brain sciences: His anticipation of multisensory-motor integration, audiation and embodiment. *Le Rythme* 2015, 70-81.
- Altenmüller, E. (2019). Brain mechanisms of motor control in musicians. *Le Rythme*, 116-126.
- Altenmüller, E., & Scholz, D. S. (2016). Émile Jaques-Dalcroze as a visionary pioneer of Neurologic Music Therapy. *Approaches: An Interdisciplinary Journal of Music Therapy*, 8(2), 112-17.
- Alonso-Marco, M., & Romero-Naranjo, F. J. (2022). Introducción al análisis cinemático de los movimientos básicos de la percusión corporal según el Método BAPNE [Introduction to kinematic analysis of basic body percussion movements according to the BAPNE Method]. *Retos*, 46, 950–971. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.94773>

- Alonso-Sanz, A., Romero-Naranjo, F.J. (2015). El círculo en la relación espacio y cuerpo. Foto-ensayo a partir de Isidro Blasco y el método BAPNE [Making body percussion educational environments visible]. *Arte, Individuo y Sociedad*, 27(3), 359-374.
- Alpers, R. (1994). *A qualitative study of Dalcroze eurhythmics classes for adults* (Tesis doctoral no publicada). New York University.
- Anderson, M. L. (2003). Embodied cognition: A field guide. *Artificial Intelligence*, 149(1), 91-130.
- Andreu-Cabrera, E., & Romero-Naranjo, F. J. (2021). Neuromotricidad, Psicomotricidad y Motricidad. Nuevas aproximaciones metodológicas [Neuromotricity, Psychomotricity and Motor skills. New methodological approaches]. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación*, 42, 924-938. <https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.89992>
- Andreu-Cabrera, E., Romero Naranjo, F. J., & Lorenzo Lledó, A. (2024). Habilidades motrices y neuromotricidad. Justificación teórico-práctica a través del método BAPNE (Motor skills and Neuromotricity. Theoretical-practical justification through the BAPNE method). *Retos*, 52, 338–349. <https://doi.org/10.47197/retos.v52.101707>
- Arnau-Mollá, A. F., & Romero-Naranjo, F. J. (2022a). A bibliometric study on body percussion based on high impact search engines. *Retos*, 45, 679-692. <https://doi.org/10.47197/retos.v45i0.92653>
- Arnau-Mollá, A. F., & Romero-Naranjo, F. J. (2022b). Body percussion as a pedagogical resource. Bibliometric study on body percussion based exclusively on secondary search engines. *Retos*, 46, 809–825. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.95178>
- Arnau-Mollá, A. F., & Romero-Naranjo, F. J. (2024a). Evolución bibliométrica de la percusión corporal: Impacto y género en las publicaciones científico-académicas (Bibliometric evolution of body percussion: Impact and gender in scientific-academic publications). *Retos*, 51, 1025–1054. <https://doi.org/10.47197/retos.v51.101450>
- Arnau-Mollá, A. F., & Romero-Naranjo, F. J. (2024b). Effect of the BAPNE neuromotricity method on anxiety levels in university students considering gender differences. *Journal of Physical Education and Sport* ® (*JPES*), 24(7).
- Arnau-Mollá A. F., Romero-Naranjo, F. J., & Andreu-Cabrera, E. (2024). Comparing the impact of neuromotricity BAPNE method and traditional methodology on selective attention and concentration among future teachers: A gender-based comparative study. *Journal of Physical Education and Sport* ® (*JPES*), 24(5), Art. 140, 1212-1229. <https://doi.org/10.7752/jpes.2024.05140>

- Arnold, P. J. (2000). Aspects of the Dancer's Role in the Art of Dance. *Journal of Aesthetic Education*, 34(1), 87-95.
- Bachmann, M.-L. (1991). *Dalcroze Today: An Education through and into Music* (D. Parlett, Trad.; R. Stewart, Ed. Trad.). Oxford University Press.
- Berger, L. M. (1999). The effects of Dalcroze eurhythmics instruction on selected music competencies of third and fifth-grade general music students (Tesis doctoral). University of Minnesota.
- Biesta, G. (2019a). *Letting Art Teach: Art Education 'After' Joseph Beuys*. ArtEZ Press. Recuperado de [http://pesj.sakura.ne.jp/english/EEJPE04\(Biesta\).pdf](http://pesj.sakura.ne.jp/english/EEJPE04(Biesta).pdf)
- Biesta, G. (2019b). Teaching for the possibility of being taught: World-centred education in an age of learning. *English E-Journal of the Philosophy of Education*, 4, 55-69.
- Blacking, J. (1977). Towards an anthropology of the body. En J. Blacking (Ed.), *The Anthropology of the Body* (pp. 1-28). Academic Press.
- Blesedell, D. S. (1992). A study of the effects of two types of movement instruction on the rhythm achievement and developmental rhythm aptitude of preschool children (Tesis doctoral). Temple University.
- Boillos-García, F. & Romero-Naranjo, F.J. (2024a). Neuromotricity and Augmented and Virtual Reality: didactic approach as an educational resource. *Metodologías emergentes en la investigación y acción educativa*. Editorial Dykinson.
- Boillos-García, F. & Romero-Naranjo, F.J. (2024b). Body Percussion, Artificial Intelligence, Augmented Reality and Virtual Reality: new educational perspectives. *Metodologías emergentes en la investigación y acción educativa*. Editorial Dykinson.
- Bogdanowicz, E. (2016). Dalcroze eurhythmics in therapy for children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) symptoms. *Approaches*, 8(2), 134-146.
- Bowman, W. D. (2000). A somatic, "here and now" semantic: music, body, and self. *Bulletin of the Council for research in Music Education*, 144, 45-60.
- Bowman, W. D. (2004). Cognition and the Body: Perspectives from Music Education. En L. Bresler (Ed.), *Knowing Bodies, Moving Minds: Towards Embodied Teaching and Learning* (pp. 29-50). Kluwer Academic Publishers.
- Bowman, W., & Powell, K. (2007). The body in a state of music. En L. Bresler (Ed.), *International Handbook of Research in Arts Education (Part 2)* (pp. 1087-1106). Springer.

- Brooks, N., & Goldin-Meadow, S. (2016). Moving to learn: How guiding the hands can set the stage for learning. *Cognitive Science*, 40(7), 1831-1849.
- Chandler, P., & Tricot, A. (2015). Mind your body: The essential role of body movements in children's learning. *Educational Psychology Review*, 27(3), 365-370.
- Corriveau, K. H., & Goswami, U. (2009). Rhythmic motor entrainment in children with speech and language impairments: Tapping to the beat. *Cortex*, 45(1), 119-130.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. Harper & Row.
- Csikszentmihalyi, M. (2003). Good business: Leadership, flow, and the making of meaning. Viking Penguin.
- Csikszentmihalyi, M., & Larson, R. (1984). Being adolescent: Conflict and growth in the teenage years. Basic Books.
- Custodero, L. (1998). Observing flow in young children's music learning. *General Music Today*, 12(1), 21-27.
- Custodero, L. (2002a). Engagement and experience: A model for the study of children's music cognition. En G. L. C. Woods, R. Brochard, F. Seddon, & J. A. Sloboda (Eds.), *Proceedings of the Sixth International Conference of Music Perception and Cognition*. Keele University Department of Psychology.
- Custodero, L. (2002b). Seeking challenge, finding skill: Flow experience and music education. *Arts Education Policy Review*, 103(3), 3-9.
- Damasio, A. R. (1994). Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain. G.P. Putnam.
- Davidson, J. W. (2004). Embodied knowledge: possibilities and constraints in art education and curriculum. En L. Bresler (Ed.), *Knowing Bodies, moving Minds* (pp. 197-212). Kluwer Academic Publishers.
- Davidson, J. W. (2009). Movement and collaboration in musical performance. En S. Hallam, I. Cross, & M. Thaut (Eds.), *The Oxford handbook of music psychology* (pp. 364-376). Oxford University Press.
- DeNora, T. (2000). *Music in Everyday Life*. Cambridge University Press.
- Di Russo, S., Gisbert Caudeli, V., Romero-Naranjo, F. J., & Domenico Pelizza, A. (2024b). Body percussion in the band repertoire: The case study of the work Palindromia Flamenca, by Antonio Ruda Peco. *Per Musi*, 25, 1-23. <https://doi.org/10.35699/2317-6377.2024.52694>

- Di Russo, S., Romero-Naranjo, F. J. (2021a). Body percussion in spanish music: A methodological approximation [Article]. ERPA 2021 International Congresses on Education, Sakarya, Turkiye.
- Di Russo, S., Romero-Naranjo, F. J. (2021b). Body percussion in the work of composer Oscar Navarro. *The case of “Libertadores [Article]. ERPA 2021 International Congresses on Education, Sakarya, Turkiye.
- Di Russo, S., & Romero-Naranjo, F. J. (2023). Body percussion and traditional dances. The case of Ball dels Moretons in Mallorca. *Retos*, 49, 442–458. <https://doi.org/10.47197/retos.v49.97609>
- Di Russo, S., Romero-Naranjo, F. J., Gisbert Caudeli, V., Cantarini, G. (2023). The repertoire for wind band and body percussion. A state of the question from the bapne method. In M. d. M. Simón Márquez, J. J. Gázquez Linares, In A Martos Martínez, S. Fernández Gea, & P. Molina Moreno (Comps.), *Innovación docente e investigación en arte y humanidades: nuevas tendencias para el cambio en la enseñanza superior* (pp.171-184). Dykinson.
- Di Russo, S., Salerno, G., Romero-Naranjo, F. J. & Arnau-Moll., A. F. (2022). Las panaderas is creativity: From tradition to innovation. In. Martos Martínez, A. B. Barragán Martín, M. d. C. Pérez Fuentes, M. d. M. Molero Jurado, M. d. M. Simón Márquez & M. Sisto (Comps.), *Acercamiento Multidisciplinar Para la Investigación e Intervención en Contextos Educativos* (pp. 403-414). Dykinson.
- Duch, L., & Mèlich, J.C. (2005). Escenarios de la corporeidad. *Antropología de la vida cotidiana* 2/I. Trotta.
- Eitan, Z., & Granot, R. Y. (2006). How music moves: Musical parameters and listeners images of motion. *Music Perception*, 23(3), 221-248.
- Findlay, E. (1971). *Rhythm and Movement: Applications of Dalcroze Eurhythmics*. Summy-Birchard Company.
- Fraleigh, S. H. (1991). A Vulnerable Glance: Seeing Dance through Phenomenology. *Dance Research Journal*, 23(1), 6-16.
- Gallagher, S., & Lindgren, R. (2015). Enactive metaphors: Learning through full-body engagement. *Educational Psychology Review*, 27(3), 391-404.
- Gevaert, J. (1980). El problema del hombre. Introducción a la antropología filosófica (3ª ed.). Sígueme.
- Goldman, A. (2019). The link between audiation, embodiment, and improvisation. *Le Rythme*, 60-80.
- Greenhead, K., & Habron, J. (2015). The touch of sound: Dalcroze eurhythmics as a somatic practice. *Journal of Dance & Somatic Practices*, 7(1), 93-112.

- Habron, J., & van der Merwe, L. (2017). A conceptual study of spirituality in selected writings of Émile Jaques-Dalcroze. *International Journal of Music Education*, 35(2), 175-188.
- Hodges, D., & Gruhn, W. (2012). Implications of neurosciences and brain research for music teaching and learning. En G. E. McPherson & G. F. Welch (Eds.), *Oxford Handbook of Music Education* (Vol. 1, pp. 205-223). Oxford University Press.
- Immordino-Yang, M. H., & Damasio, A. (2007). We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education. *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 3-10.
- Jaques-Dalcroze, É. (1935). Petite histoire de la Rythmique. *Le Rythme*, 39, 3-18.
- Jaques-Dalcroze, E. (2000). *Rhythm, music and education* (1ª ed. 1921). The Dalcroze Society (Inc). (Obra original publicada en 1921).
- Jaques-Dalcroze, É. ([1921] 1980). *Rhythm, Music and Education*. Dalcroze Society.
- Juntunen, M.-L. (2004). *Embodiment in Dalcroze Eurhythmics*. (Tesis doctoral, University of Oulu, Oulu, Finlandia). Recuperado de <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9514274024.pdf>
- Juntunen, M.-L. (2006). Exploring and learning music through embodied experiences. En Music and Development - Challenges for Music Education. The First European Conference On Developmental Psychology of Music. Proceedings (pp. 273-276). University of Jyväskylä.
- Juntunen, M.-L. (2016). The Dalcroze approach: Experiencing and knowing music through the embodied exploration. En C. R. Abril & B. Gault (Eds.), *Approaches to Teaching General Music: Methods, Issues, and Viewpoints* (pp. 141-167). Oxford University Press.
- Juntunen, M.-L. (2020). Ways to enhance embodied learning in Dalcroze-inspired music education. *International Journal of Music in Early Childhood*, 15(1), 39-59.
- Juntunen, M.-L., & Hyvönen, L. (2004). Embodiment in musical knowing: How body movement facilitates learning within Dalcroze eurhythmics. *British Journal of Music Education*, 21(2), 199-214.
- Juntunen, M.-L., & Westerlund, H. (2001). Digging Dalcroze, or, dissolving the mind-body dualism: Philosophical and practical remarks on the musical body in action. *Music Education Research*, 3(2), 203-214.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge to Western thought*. Basic Books.
- Levin, D. M. (1989). *The Listening Self: Personal Growth, Social Change and the Closure of Metaphysics*. Routledge.

- Lora, L. (1991). *La educación Corporal*. Paidotribo.
- Mas-Mas, D., Arnau Mollá, A. F., & Romero Naranjo, F. J. (2023). Doble tarea y movimiento: estudio bibliométrico basado en motores búsqueda de alto impacto [Dual-task and movement: a bibliometric study based on high-impact search engines]. *Retos*, 50, 995–1009.
- Merleau-Ponty, M. (1962). *Phenomenology of Perception* (C. Smith, Trad.). Routledge & Kegan Paul.
- Merleau-Ponty, M. (1975). *Fenomenología de la percepción*. Península. (Obra original publicada en 1945).
- Moral Bofill, L., Vicedo Molla, F., & Romero-Naranjo, F. J. (2020). Pilot study of socioemotional variables, anxiety and flow in music students through BAPNE activities. *Educatio Siglo Xxi*, 38(2), 193-212.
- Morales-Martín, I., Arnau-Mollá, A. F., & Romero Naranjo, F. J. (2024). Laterality and education: A bibliometric study based on high-impact search engines. *Journal of Physical Education and Sport*, 24(7), 1667-1682. <https://doi.org/10.7752/jpes.2024.07187>
- Navarro-Maciá, V., & Romero Naranjo, F. J. (2023a). Jazz y percusión corporal. Propuesta de estrategias creativas con el método BAPNE [Jazz and body percussion. A proposal of creative strategies with the BAPNE method]. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 51, 509–518. <https://doi.org/10.47197/retos.v51.100544>
- Nietzsche, F. (1972). *Así habló Zaratrusta. Un libro para todos y para nadie* (1ª ed. 1892). Alianza. (Obra original publicada en 1883-1885).
- Navarro-Maciá, V., & Romero Naranjo, F. J. (2023b). Body percussion and blues. A neuromotor approach through BAPNE method. [Percusión corporal y blues. un acercamiento neuromotor a través del método BAPNE; percusión corporal y blues. un acercamiento neuromotor a través del método BAPNE]. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*. 2024, 51: 970-978. <https://doi.org/10.47197/retos.v51.101238>
- Parviainen, J. (1998). Bodies moving and moved. A phenomenological analysis of dancing subject and the cognitive and ethical values of dance art. Tampere University Press.
- Pelinski, R. (2005). Corporeidad y música. *Revista Transcultural de Música*, 9. Recuperado de <http://www.sibetrans.com/trans/trans9/pelinski.htm>
- Romero-Naranjo, A. A. & Romero-Naranjo, F. J. (2024). “La percusión corporal terapéutica según el método BAPNE como un factor de resiliencia”. En: de la Ossa-Martínez, Marco Antonio (ed.). *Innovación y experiencias en educación e investigación musical: Enfoques contemporáneos, metodologías aplicadas, cuerpo, música y movimiento*. Madrid: Narcea. ISBN 978-84-277-3230-8, pp. 141-156.

- Romero-Naranjo, F. J. (2013). Science & Art of body percussion: A review. *Journal of Human Sport & Exercise*, 8(2), 442-457.
<https://doi.org/10.4100/jhse.2012.82.11>
- Romero-Naranjo, F. J. (2024). Neuromyths about movement and the brain: debunking misconceptions. *Journal of Physical Education and Sport*, 24(7), 1707–1715.
- Romero-Naranjo, F. J., & Romero-Naranjo, A. A. (2022). Percusión corporal y salud: una breve aproximación estado de la cuestión. *Eufonia: Didáctica de la música*, (93), 16-23.
- Romero-Naranjo, F. J., Pujalte Cantó, F. J., & Arnau-Mollá, A. F. (2023). Body percussion and selective attention. Interdisciplinary quantitative study through neurometricity activities BAPNE method based on the dual task in Primary Education. *Retos*, 48, 844–860.
<https://doi.org/10.47197/retos.v48.97661>
- Romero-Naranjo, F.J (2020). Body Percussion in the Physical Education and Sports Sciences. An Approach to its Systematization According to the BAPNE Method. *International Journal of Innovation and Research in Educational Sciences*, 7, 421-431.
- Romero-Naranjo, F.J. (2022). BAPNE FIT: Neurometricity and body percussion in physical activity and sport sciences. *The Educational Review, USA*, 6(2), 37-44, (2022). doi: 10.26855/er.2022.02.001
- Romero-Naranjo, F. J., Sayago-Martínez, R., Jiménez-Molina, J. B., & Arnau-Mollá, A. F. (2023). Pilot Study of the Assessment of Anxiety and Attention through Body Percussion and Neurometricity in Secondary School Students in Physical Education, Music and Visual Arts classes. *Retos*, 47, 573–588. <https://doi.org/10.47197/retos.v47.95595>
- Romero-Naranjo, F. J., & Llorca-Garnero, J. (2023). Ergoespirometría & body percussion. Estudio de caso basado en el método BAPNE FIT [Ergospirometry & body percussion. Case study based on BAPNE FIT method]. *Retos*, 48, 674–683. <https://doi.org/10.47197/retos.v48.97928>
- Romero Naranjo, F. J., & Andreu Cabrera, E. (2023). Los Diez Pilares de la Neurometricidad. Justificación teórico-práctica según el método BAPNE [The Ten Pillars of Neurometricity. Theoretical-practical justification according to the BAPNE method]. *Retos*, 50, 357–370.
<https://doi.org/10.47197/retos.v50.98333>
- Romero Naranjo, F. J. (2025). Movement and neurometricity in the context of artificial intelligence: Future prospects for global development. *Journal of Physical Education and Sport*, 25(3), 488-498.
- Romeu-López, C. E., González-Sánchez, O. S., & Romero-Naranjo, F. J. (2019). Recursos didácticos sobre percusión corporal y repertorio cubano. Una aproximación desde la perspectiva de las funciones ejecutivas. *EDUNOVATIC2019*, 640.

- Rohwer, D. (2024). To-resource: ChatGPT as a tool in music education research. *Update: Applications of Research in Music Education*, 42(3), 4-7.
- Saarikallio, S. (2006). Regulation and gratification: The emotional meanings of music in adolescence. En *Music and Development - Challenges for Music Education. The First European Conference On Developmental Psychology of Music. Proceedings* (pp. 297-301). University of Jyväskylä.
- Sánchez González, E., Romero Naranjo, F. J., Trives Martínez, E. A., Serna Domínguez, M., Piqueres de Juan, I., & García Sala, M. (2018). Breve introducción a la evolución de la escritura musical en la didáctica de la percusión corporal desde 1960 hasta la actualidad. En C. Guerrero & P. Miralles (Eds.), *III Congreso Internacional de Innovación Docente* (pp. 52-66). Murcia: Edit.um.
- Seitz, J. A. (2005). Dalcroze, the body, movement and musicality. *Psychology of Music*, 33(4), 419-435.
- Sheets-Johnstone, M. (1981). Thinking in movement. *The Journal of Aesthetics Arts and Criticism*, 39(4), 399-407.
- Sheets-Johnstone, M. (1999). *The Primacy of Movement*. John Benjamins.
- Sheets-Johnstone, M. (2011). Embodied minds or mindful bodies? A question of fundamental, inherently inter-related aspects of animation. *Subjectivity*, 4(4), 451-466.
- Sutela, K., Ojala, J., & Juntunen, M.-L. (2017). Embodiment and ethnographic sensitivity in narrative inquiry. *Bulletin for the Council of Research in Music Education*, (210-211), 43-60.
- Stubley, L. (1998). Being in the Body, Being in the Sound: A Tale of Modulating Identities and Lost Potential. *Journal of Aesthetic Education*, 32(4), 93-105.
- Stubley, E. (1999). Musical listening as bodily experience. *Canadian Journal of Research in Music Education*, 40(4), 5-7.
- Vicente Nicolás, G., & Alonso-Sanz, A. (2013). El movimiento y la percusión corporal desde una perspectiva corpórea de la educación musical. XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria [Recurso electrónico]: Retos de futuro en la enseñanza superior: docencia e investigación para alcanzar la excelencia académica / coordinadores, M^a Teresa Tortosa Ybáñez, José Daniel Álvarez Teruel, Neus Pellín Buades. Alicante: Universidad de Alicante.
- Yakhlef, A. (2010). The corporeality of practice-based learning. *Organization Studies*, 31(4), 409-430.

SECCIÓN XIV.

ACTIVIDAD FÍSICA EN EL MEDIO NATURAL

BLENDDED INTENSIVE PROGRAMME ERASMUS+:
SPORTS AND NATURE ACTIVITIES AS A PRIVILEGED
MEANS OF DEVELOPING THE PHYSICAL,
PSYCHOLOGICAL AND SOCIAL SKILLS OF HIGHER
EDUCATION STUDENTS FROM DIFFERENT
COUNTRIES (PORTUGAL, SPAIN AND FRANCE)

RUI MIGUEL DUARTE PAULO

*Polytechnic University Of Castelo Branco, Castelo Branco, Portugal;
Sport Physical Activity And Health Research & Innovation Center, Sprint,
Portugal; Ruipaulo@Ipcb.Pt*

PEDRO ALEXANDRE DUARTE MENDES

*Polytechnic University Of Castelo Branco, Castelo Branco, Portugal;
Sport Physical Activity And Health Research & Innovation Center, Portugal*

BORJA SUÁREZ VILLADAT

Universidad Rey Juan Carlos, Spain

ANDRÉ LEONARDO GONÇALVES RAMALHO

*Polytechnic University Of Castelo Branco, Castelo Branco, Portugal;
Sport Physical Activity and Health Research & INnovation CenTer, Portugal*

1. INTRODUCTION

An Erasmus⁺ Blended Intensive Programme (BIP) is an innovative mobility format that combines face-to-face activities with a virtual component. This model allows Students and Teachers from at least three Higher Education Institutions from at least three different European Union countries, to work together on collaborative projects.

BIP are “short, intensive programmes that use innovative ways of learning and teaching, including the use of online cooperation. The programmes may include challenge based learning where transnational and transdisciplinary teams work together to tackle challenges for example those linked to the United Nations’ sustainable development goals or

other societal challenges identified by regions, cities or companies. The intensive programme should have added value compared to existing courses or trainings offered by the participating HEIs and can be multiannual. By enabling new and more flexible mobility formats that combine physical mobility with a virtual part, blended intensive programmes aim at reaching all types of students from all backgrounds, study fields and cycles. Groups of higher education institutions will have the opportunity to organise short blended intensive programmes of learning, teaching and training for students and staff. During these blended intensive programmes, groups of students or staff as learners will undertake a short-term physical mobility abroad combined with a compulsory virtual component facilitating collaborative online learning exchange and teamwork. The virtual component must bring the learners together online to work collectively and simultaneously on specific assignments that are integrated in the blended intensive programme and count towards the overall learning outcomes” (Erasmus+ Programme Guide 2025; page 48).

This BIP, in particular, had as its theme the sports and nature activities as a privileged means of developing the physical, psychological and social skills of higher education students from different countries, more specifically between four higher education institutions in Portugal, Spain and France. The program took place in Castelo Branco (Portugal) and had the participation of fifteen students and nine teachers, from these four institutions.

2. OBJECTIVES

The objective of this BIP was to promote internationalization and knowledge exchange in a flexible way. During the online modality, participants interacted virtually, while in the face-to-face phase, they met in a specific location for practical activities, strengthening intercultural and multidisciplinary skills, in this case nature activities as a privileged means of developing the physical, psychological and social skills of Higher Education students from different countries (Portugal, Spain

and France). The sharing of cultural, linguistic and personal experiences was another of the great challenges of this project.

3. METHODOLOGY

This BIP, lasting 48 face-to-face hours (3 ECTS), was organized by the Polytechnic Institute of Castelo Branco (Portugal). The Program took place for 8 hours (theoretical part - videoconference) and for 5 days (in-person practical part), in Castelo Branco (Portugal). In addition to the organizing entity, three Higher Education institutions participated in this BIP:

- University of Valladolid (Palencia, Spain);
- Rey Juan Carlos University (Madrid, Spain);
- Université Picardie Jules Verne (Amiens, France).

From these institutions, fifteen (eligible) students and nine teachers participated. Additionally, three Polytechnic Institute of Castelo Branco students participated, not eligible for the BIP, but who we considered important to include in the activities, for greater social and cultural interaction, with participants from different countries. The defined selection criteria (academic merit) were met. All activities occurred in accordance with plans by the program organizing team (see table 1).

All participants in the program participated in all activities, with great commitment and with a lot of team spirit. All activities aimed to enhance human relationships between these individuals of different nationalities and cultures. Some of the meals were held in nature, using everyone's work.

TABLA 1. BIP Program

Date - time	Program
May 15 9:00 10:00 12:30 14:00 17:30 20:00	- Beginning of the program: Formation of the Groups - Briefing - Orientation Activity in the City Centre - Lunch (school canteen) - Orientation: specific map – Leisure Zone - End of Activity - Dinner (school canteen)
May 16 9:00 10:00 12:30 14:00 17:30 20:00	- Departure to Penha Garcia - Rope manoeuvres (climbing, abseiling, zip lining, among others) - Lunch in Penha Garcia (Picnic lunch) - Rope manoeuvres (climbing, abseiling, zip lining, among others) - End of Activity - Dinner (school canteen)
May 17 9:00 10:00 12:30 14:30 17:30 20:00	- Departure to Serra da Gardunha - Start of the Trail race – Gardunha Vertical - Lunch in Louriçal (Picnic lunch) - Water activities/sports (canoeing, padel surfing, among others) - End of Activity - Dinner (school canteen)
May 18 9:00 10:00 12:30 14:30 17:30 20:00	- Departure to Proença-a-Nova - Start of Ferrata (group 1) / Precision Shooting (Group 2) - Lunch in Proença (Picnic lunch) - Start of Ferrata (group 2) / Precision Shooting (Group 1) - End of Activity - Closing Dinner – Capelo's Restaurant
May 19 9:00 10:00 12:30 14:00 17:30	- Departure to Taberna Seca - Beginning of Pedestrianism - Lunch at Taberna Seca (Picnic lunch) - Beginning of the Paintball Tournament - End of the training activity

Source: own elaboration

FIGURE 1. *Photos of some activities of the program*



The project organization provided the logistics regarding all meals for the participants and accommodation at the hotel.

CURRICULUM PROGRAM OF THE COURSE

Working Hours

Contact hours - 48 hours

ECTS Credits

3 ECTS

Theme

Sports and Nature Activities

Designation of the Course

Sports and nature activities as a privileged means of developing the physical, psychological and social skills/abilities of Higher Education students from different countries

Learning objectives

- Know and describe the different nature sports and their terminology, in their fundamental aspects;
- Learn and experience the introduction to Nature Sports and their stages of evolution, through methodological proposals for approaching the different nature sports;
- Understand the Management and Organization of Nature activities, as well as the ethical and deontological aspects;
- Safety techniques for the use and preparation of the equipment and the performance of the different nature sports;
- Contribute to the understanding of physical activities (nature sports) as a cultural component.

Syllabus

- Fundamental Aspects of Nature Sports:
- Conceptual dimensions;
- Comparative analysis of the characteristics of the modalities;
- Forms of sporting manifestation;
- Criteria for adapting nature sports;
- Pedagogical Value.
- Historical framework and organization of the sport(s).
- Terminology, specific lexicon and regulation of different types of nature sports.
- Safety rules for the different modalities.
- Elaboration of practical sessions of nature sports:
- Rope manoeuvre
- The type of ropes and equipment to be used and their functions;
- The essential nodes;

- Safety for a climber in top rope climbing; Demultiplication techniques;
- Archery
- Canoeing
- Guidance
- Pedestrianism
- Paintball.
- Organization of a nature/adventure activity:
- Organizational structure; Planning of each specific activity.

Specific teaching and learning methodologies of the curricular unit articulated with the pedagogical model

Learning should be: meaningful; constructive; reflective; functional and practical (which have a real utility in society) and individualized. For the development of the course program, the following methodology will be applied as a priority: Teaching Activities: Theoretical-practical and practical classes; Theoretical part carried out by videoconference, Assistance to films, videos and documentaries; Group exhibitions and Tutoring. The teaching methodologies to be applied are those based on the theoretical framework with regard to basic concepts and content, and on "training-action" methodologies with regard to intervention work within the scope of the course. The various specialties of the course have a strong component centred on practical work by the student. Teaching Style: Modified Direct Command and Problem Solving. Teaching Technique: Direct Instruction and Questioning. Types of Tasks: Practical activities.

Among the diversity of teaching methodologies, we sought for this course, with content eminently practical in nature, with a theoretical foundation and a specific context for its teaching, to choose the one that best suits, to enhance the teaching-learning process.

Assessment

The final classification of the student will be attributed through the mention of "APT" and "NOT APT", obtained through the following criteria:

- Theoretical assessment (20%); Attendance: Mandatory.
- Practical assessment (80%), mandatory attendance.
- Mandatory presence in at least 80% of the total classes taught.

Fundamental Rules

- Respect Nature:
 - Forbidden to leave garbage in nature
 - Do not interfere with the fauna and flora
 - Leave everything as it is, unless it's to fix what's wrong (eg: picking up garbage)
- Respect other people:
 - Respect all the rules imposed by the organization and instructors
 - Do not interfere with other people circulating in Nature
- Preparation for the activity:
 - Appropriate clothing and footwear (depending on the weather)
- Resources: water and food
- Protection (sun, rain, insects, medication, ...).

Material/equipment needed:

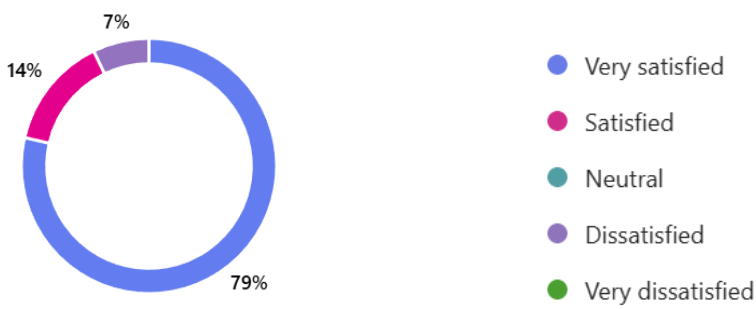
- Backpack / Camel bag
- Cap/Hat
- Sunglasses
- Comfortable outdoor clothing (warm weather)
- Comfortable outdoor footwear
- outdoor socks
- bathing suit
- Cream/Sunscreen
- Canteen/Water bottle/Camel bag
- Towel
- Flip flops or water shoes
- Long-sleeved sweatshirt and pants for Paintball
- Insect repellent
- Gloves for ropes and bicycle
- Medication for people who need it (eg allergies)

4. RESULTS

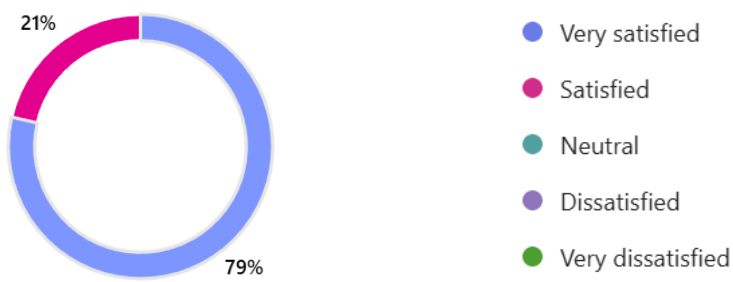
At the end of the program, a satisfaction questionnaire was sent to all participants. The following are the results of the application of this Questionnaire.

GRÁFICOS 1. *Results to the questions*

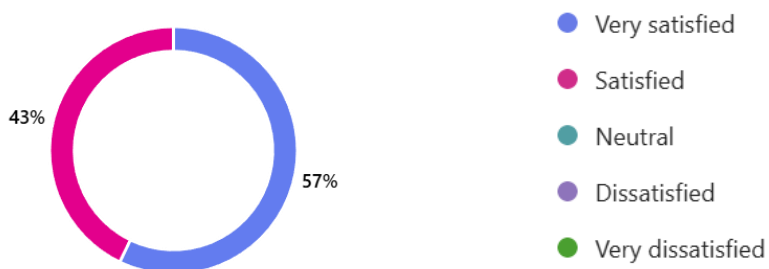
Results to the question: What is your level of satisfaction with the training/pedagogical component of this BIP?



Results to the question: What is your level of satisfaction in relation to the practical activities made available in this BIP?



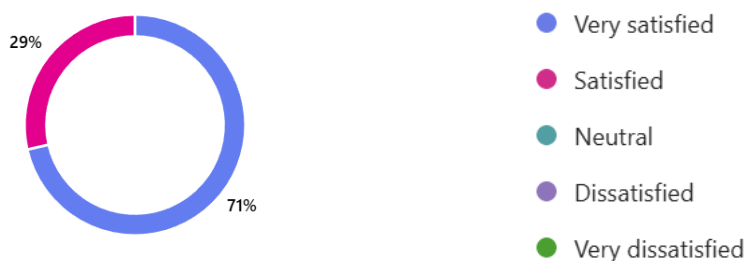
Results to the question: What is your level of satisfaction with the logistical conditions of this BIP (hotel, food, transfers, among others)?



Results to the question: What is your level of satisfaction regarding the interaction and exchange of experiences between the participants, and in relation to this BIP?



Results to the question: What is your level of satisfaction in relation to the human resources (Organizers, teachers, instructors) of this BIP?



Results to the question: What is your level of Global satisfaction with this BIP?



We can see, in the previous graphs, that the degree of satisfaction is quite satisfactory, in most participants, in relation to all organizational aspects.

Results to the question: Gender



6. CONCLUSIONS

Throughout the program days, the feedback was always very positive, both in relation to the activities and in relation to the logistical conditions (hotel, meals and transport).

We consider this program to be a success on all levels. Some suggestions for improvement were requested from the participants, but no participant indicated any suggestions.

This program was a differentiating stimulus for the students and teachers who participated, in an environment rich in sharing and interaction.

8. REFERENCES

- Constantino, M. (2001). Tradução de SILVA, Lurdes (2001) Manual dos Nós. Editorial Estampa, Lda, Lisboa. Título Original: The Knot Handbook, 2000 D & S Books, Inglaterra.
- Corpo Nazionale soccorso Alpino Speleologico (2015). Cave Rescue Techniques. Scuola Nazionale di Soccorso Speleologico. Italy: CNSAS.
- Erasmus+ Programme Guide (2025). A comprehensive description of opportunities for organisations and individuals participating in Erasmus+.
- Faustino, A., Serrão, C., Sousa, M. & Silva, N. (2003). Orientações Didáticas para a Organização de um Acampamento Escolar. In: Aguado, A. (Coor). Actividades en el Medio Natural en la Educación Física Escolar. Cuadernos Técnicos, 7, 166-173.
- Federation Internationale de Tir a L'Arc (2006). Historial del Tiro con Arco Competitivo. Desde los tiempos antiguos hasta el comienzo de los juegos Olímpicos Modernos. França: FITA.
- Lang's, O. (2009). Power paintball: tips, tactics and secrets. USA: power paintball.

OPINIÓN Y PERCEPCIÓN DE ALUMNADO UNIVERSITARIO SOBRE LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA EN EL MEDIO NATURAL

JUAN JOSÉ MIJARRA MURILLO
Universidad Rey Juan Carlos

JOSÉ MANUEL DELFA DE LA MORENA
Universidad Rey Juan Carlos

1. INTRODUCCIÓN

La práctica de actividad física está ampliamente reconocida por la literatura científica como algo esencial y que conlleva múltiples beneficios para la salud en sus múltiples dimensiones: física, cognitiva, emocional y social (De Souza-Lima et al., 2024; Franco Gallegos et al., 2024; Mayorga Ortiz et al., 2022; Pérez-Romero et al., 2023; Quelal Paredes & Coral Reyes, 2023; Tapia Martínez & Vela, 2024). Además, su importancia incluye a población universitaria, donde también tiene numerosos beneficios específicos (Ramírez et al., 2018).

Por otro lado, realizar actividad física en entornos naturales y al aire libre parece no solo mantener los beneficios que conlleva simplemente su práctica, sino también añadir otros específicos que otorgan la exposición a este tipo de contextos (do Carmo et al., 2021) y que pueden, incluso, influir positivamente en las intenciones de realizar actividad física en el futuro (Rogerson et al., 2016). Asimismo, parece que realizar este tipo de actividades en el exterior potencian esos beneficios y multiplican la satisfacción con estas (Pavez, 2022). Es por esto por lo que resulta de vital importancia incluir este tipos de actividades desde edades tempranas, ayudando a fomentar su adherencia e implicación en el cuidado del medio natural y su sostenibilidad. Uno de los principales atractivos de la actividad física en el exterior radica en su capacidad para generar bienestar holístico y aumentar la motivación de los

practicantes, así como una disminución del estrés y un aumento del compromiso (Ballester-Martínez et al., 2022). Montañas, bosques, playas, senderos, ríos e incluso parques se convierten en escenarios vivos que desafían al cuerpo, estimulan los sentidos y generan experiencias intensamente significativas, además de que este tipo de prácticas suelen realizarse en grupo, lo que puede servir para favorecer las relaciones sociales y los vínculos interpersonales.

Un estudio de Loureiro & Veloso (2014) muestra que aquellos participantes que realizaban actividad física tanto dentro como fuera manifestaban una mejor sensación y bienestar, reflejando la importancia de combinar ambas prácticas para una mejor adherencia a la práctica de actividad física y deportiva. Además, la conexión con el entorno era determinante en cuanto a la satisfacción de los grupos que realizaban también actividad física en el exterior, algo que puede ayudar a predecir el estado de bienestar cuando se está en contacto con la naturaleza.

A pesar de todos lo positivo que conlleva la práctica de actividad física en la naturaleza, también hay que tener en cuenta que puede plantear una serie de retos y particularidades, como la necesidad de formación específica y de espacios y recursos disponibles, además de una serie de conocimientos específicos para prevenir los posibles riesgos que se pueden encontrar en su práctica (López García et al., 2019). Asimismo, parece existir una falta de formación importante en este ámbito por parte del profesorado en los centros educativos (Hurtado Barroso et al., 2024). Todo esto justifica la necesidad de incluir formación específica en este tipo de actividades en la formación de futuros docentes en general y de Educación Física en particular.

Realizar actividad física en espacios naturales plantea una serie de particularidades que merecen ser valoradas tanto desde una perspectiva de salud como educativa. Por ello, este enfoque educativo cobra especial sentido cuando se traslada al ámbito universitario, concretamente a la formación de futuros docentes de Educación Física. En este contexto, no basta con que el alumnado adquiera habilidades técnicas o conocimiento teórico: es crucial que vivencie propuestas pedagógicas integradoras, capaces de modelar su futura práctica profesional. Entendida como contenido y como metodología en sí misma, la actividad física en

la naturaleza contribuye precisamente a ese propósito. Participar en este tipo de experiencias permite desarrollar competencias motrices en situaciones no convencionales, pudiendo mejorar el pensamiento divergente, potenciar habilidades sociales como la empatía o la cooperación, y fomentar actitudes responsables hacia el entorno natural.

Por todo ello, la inclusión en los planes de estudios del Grado en Educación Primaria de este tipo de propuestas supone una oportunidad para conectar la formación universitaria con los principios de sostenibilidad, salud y educación integral. De hecho, conocer su opinión y percepción sobre estas puede resultar de gran relevancia no solo para mejorar la práctica docente, sino también para anticipar si este tipo de prácticas serán reproducidas (o no) en su futuro profesional como maestros de Educación Física.

2. OBJETIVOS

Los objetivos principales son los siguientes:

- Analizar la percepción del alumnado universitario sobre una propuesta didáctica basada en realizar una yincana de actividad física en el medio natural, valorando su utilidad en el proceso formativo de futuros docentes de Educación Física.
- Conocer la opinión del alumnado universitario sobre la realización de actividad física en el medio natural de forma general.

3. METODOLOGÍA

En el marco de la asignatura Motricidad y Capacidades Físicas, perteneciente al tercer curso del Grado en Educación Primaria con Mención en Educación Física de la Universidad Rey Juan Carlos (URJC), se llevó a cabo una salida programada al Lago Polvoranca, que se encuentra en Parque Polvoranca de Leganés (Madrid, España), donde el alumnado participó en una yincana educativa orientada a la realización de actividad física en el medio natural. Esta yincana práctica incluye la realización de actividad física en el medio natural y consiste en la combinación de diferentes pruebas y actividades lúdicas, que son:

- Pruebas de orientación en las que, por equipos, hay que encontrar ubicaciones y fotografiar aquello que aparezca reflejado en las pistas y que se encuentran en los diferentes puntos cardinales del mapa del Lago Polvoranca, una sección dentro del Parque Polvoranca. En cada punto cardinal deben encontrar dos localizaciones objetivo, una ayudándose de dos tipos de pista: una adivinanza rimada y una foto de lo que tienen que fotografiar. Cuando ha pasado un tiempo, se les ofrece otra pista extra para ayudar en la búsqueda. Cuando quedan 5 minutos para finalizar la ronda, se les envía ubicación de encuentro en la que tienen que estar a tiempo para comprobar las fotografías y contar los puntos. Cada integrante que aparezca en la foto suma un punto, con el objetivo de que trabajen en equipo y se esfuercen. Toda la comunicación se gestiona mediante un canal de difusión dentro de la aplicación *Telegram*, puesto que cuenta con una mejor privacidad que *WhatsApp*, al no mostrar el número de teléfono de nadie y respetar así la privacidad tanto del profesorado como del alumnado.
- Por otro lado, entre las 3 rondas que hay de orientación, se realizan pruebas relacionadas con las Capacidades Física Básicas (una de fuerza, una de flexibilidad, una de velocidad y una de resistencia) y un concurso de biomecánica (movimiento de pelvis y escápulas, a modo de mejorar la propiocepción corporal y favorecer la desinhibición), todo ello con el objetivo no solo de que consigan puntos para sus equipos, sino también de tener la oportunidad de repasar de forma práctica aquellos contenidos vistos en la asignatura, aprovechando para hacerlo de forma práctica, vivencial y saludable.

Por tanto, estas actividades tienen un fin de disfrute y satisfacción al realizar actividad física en la naturaleza y un fin educativo, que no solo sirve para repasar los contenidos teórico-prácticos vistos en clase sino también aporta herramientas que el alumnado podrá aplicar en su futuro profesional y trabajar así de una forma diferente, en un contexto colaborativo, vivencial y gamificado.

Los participantes son estudiantes universitarios de la asignatura mencionada anteriormente, que se encuentran formándose como futuros maestros y maestras de Educación Física en Educación Primaria.

Al finalizar la experiencia, se utilizó un cuestionario autoadministrado y de carácter anónimo para conocer la opinión y percepción del alumnado sobre este tipo de intervenciones, por un lado, en cuanto a la satisfacción y acogida sobre la realización de una yincana de actividad física en la naturaleza desarrollada durante la asignatura y, por otro lado, en cuanto a los beneficios, ventajas e inconvenientes que aporta la realización de actividad física en el medio natural de forma general. Este cuestionario combinó preguntas cerradas que incluían respuestas tipo escala *likert*, donde 1 era totalmente en desacuerdo y 5 era totalmente de acuerdo, con preguntas abiertas que pudieran reflejar de forma más profunda y detallada las valoraciones del alumnado.

4. RESULTADOS

Respondieron a este cuestionario un total de 64 estudiantes (61% hombres y 39% mujeres) con una edad media de 20,94 años y una desviación típica de 1,08.

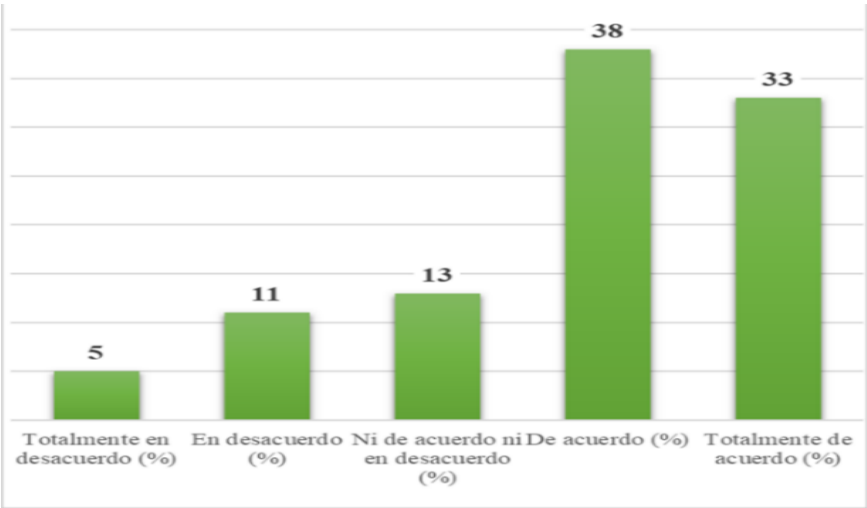
4.1. PERCEPCIÓN SOBRE LA YINCANA DE ACTIVIDAD FÍSICA EN EL MEDIO NATURAL

4.1.1. Preguntas cerradas

Los resultados muestran una satisfacción global con la yincana, aunque en función de la pregunta, se pueden observar diferentes percepciones.

Respecto a la pregunta sobre si les ha parecido interesante en su aprendizaje que el equipo docente animáramos al alumnado a asistir a esta actividad, respondieron favorablemente, es decir, que están de acuerdo y totalmente de acuerdo, un 71% de los participantes, lo que denota una valoración positiva general y mayoritaria hacia la yincana (ver figura 1).

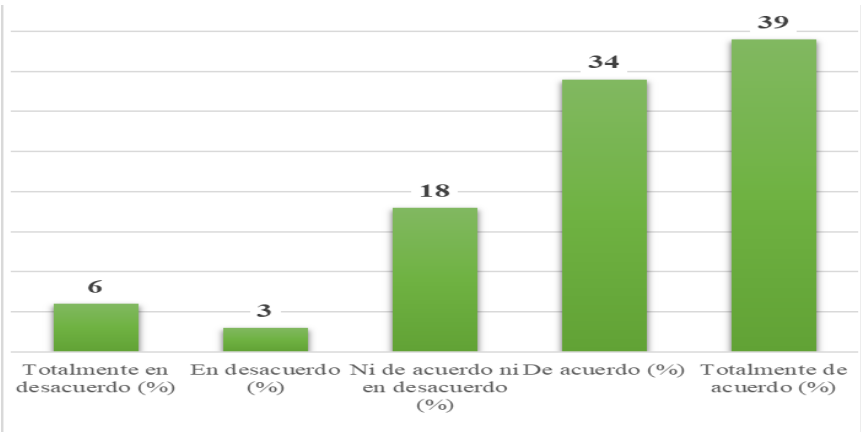
FIGURA 1. Resultados de la pregunta “Me ha parecido interesante en mi aprendizaje que los profesores nos animaran a asistir a la yincana de Lago Polvoranca”.



Fuente: elaboración propia

En cuanto al interés sobre esa dinámica, la pregunta sobre la propuesta de encontrar las ubicaciones siguiendo pistas a través de acertijos rimados y de fotos obtuvo un 73% de respuestas favorables (ver figura 2).

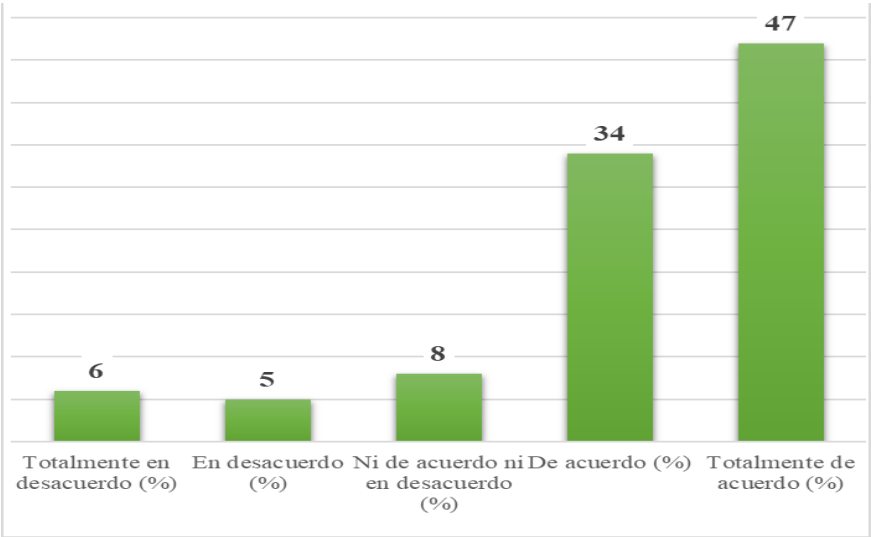
FIGURA 2. Resultados de la pregunta “Me ha parecido interesante en mi aprendizaje que los profesores propusieran la dinámica de encontrar los 8 lugares (4 por foto y 4 por pistas rimadas) en cada ronda de 25 minutos”.



Fuente: elaboración propia

Por otro lado, más del 80 % de los participantes consideraron que la inclusión del sistema de puntos en la propia yincana resultó interesante para su aprendizaje (ver figura 3).

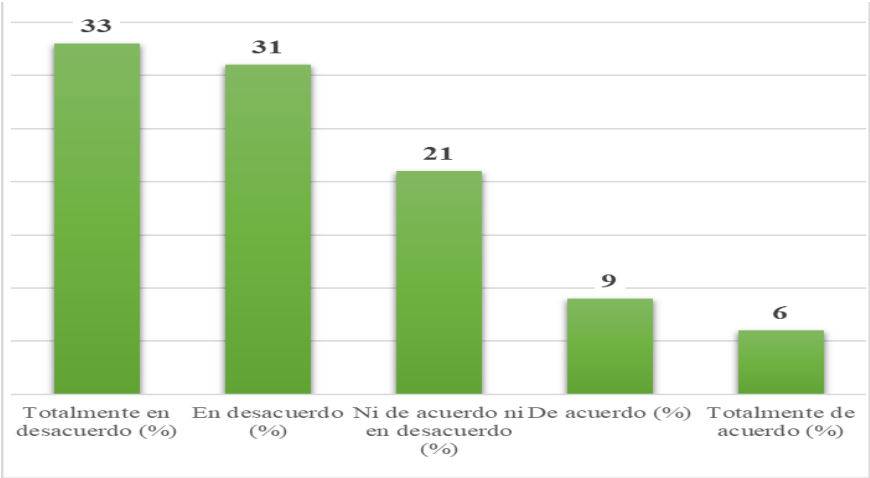
FIGURA 3. Resultados de la pregunta “Me ha parecido interesante en mi aprendizaje que los profesores dieran un sistema de puntos para hacer más atractiva la yincana y mantener la motivación”.



Fuente: elaboración propia

En cuanto a las actividades propuestas entre las rondas de la carrera de orientación, hay opiniones dispares entre ellas. Por un lado, el concurso de biomecánica parece no haber sido del agrado de los participantes, puesto que solo un 15% respondieron favorablemente a si les había parecido interesante (ver figura 4).

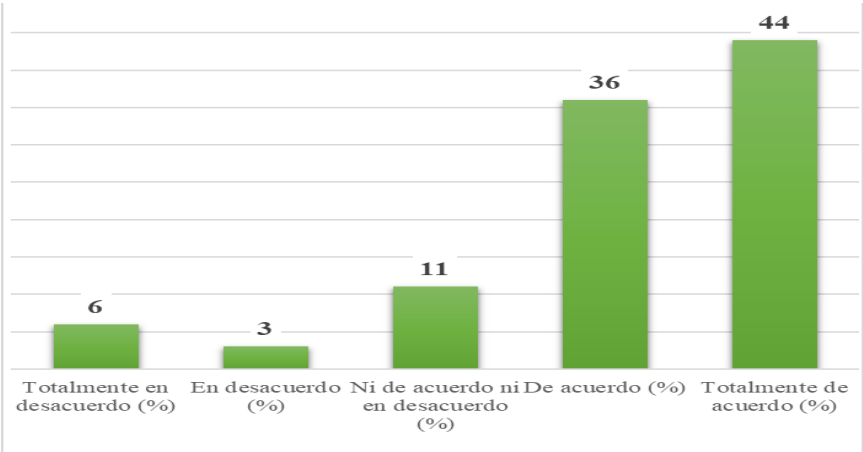
FIGURA 4. Resultados de la pregunta “me ha parecido interesante en mi aprendizaje la realización del concurso de movimiento de pelvis y de movimiento de escápulas”.



Fuente: elaboración propia

En el lado opuesto, encontramos las pruebas sobre las capacidades físicas básicas, que cuenta con una gran aceptación, traducido en un 80% de respuestas favorables, siendo totalmente de acuerdo la respuesta mayoritaria (44%) (ver figura 5).

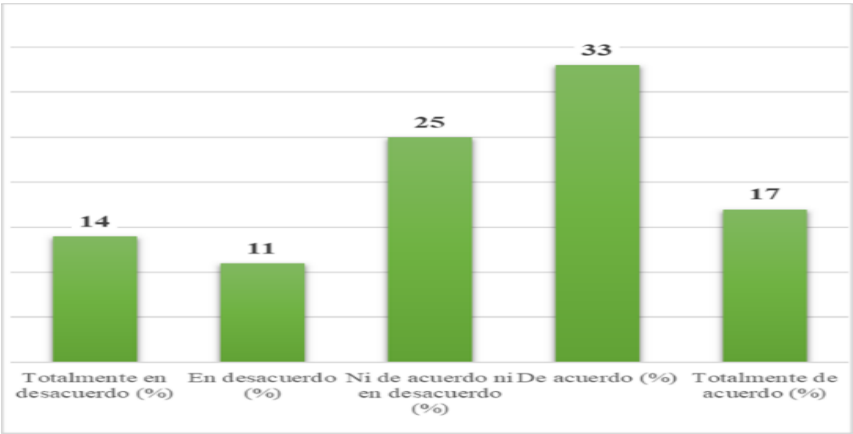
FIGURA 5. Resultados de la pregunta “Me ha parecido interesante en mi aprendizaje la realización de las cuatro pruebas de capacidades físicas básicas”.



Fuente: elaboración propia

Para finalizar con los resultados cuantitativos, las respuestas sobre si consideraban haber aprendido sobre biomecánica y capacidades físicas básicas con las dinámicas llevadas a cabo en esta yincana fueron diversas. Aunque la mitad del alumnado respondió favorablemente, se observa un 25 % de respuestas neutrales y un ligero incremento en las valoraciones desfavorables en comparación con otras preguntas del cuestionario (ver figura 6).

FIGURA 6. Resultados de la pregunta “Considero que he aprendido sobre biomecánica y capacidades físicas con las dinámicas llevadas a cabo en la yincana”.



Fuente: elaboración propia

4.1.2. Preguntas abiertas

Respecto a las respuestas de las preguntas abiertas, atendiendo a la cuestión sobre lo que más valoraron de la yincana realizada en el Lago Polvoranca, se observan varias tendencias principales:

- Se destaca la combinación de los contenidos académicos con la práctica de actividad física.
- Se valora especialmente el trabajo colaborativo, el ambiente con el profesorado y el contacto con la naturaleza. También se destaca el rigor organizativo y la dedicación por parte del profesorado.
- Otros elementos mencionados positivamente son el aprendizaje experiencial, el tiempo bien invertido y las pruebas físicas planteadas, que fueron en su mayoría del agrado de los participantes.

Por otro lado, respecto a la pregunta sobre lo que menos les había gustado, respondieron con unas tendencias claras:

- Rechazo por parte de bastantes estudiantes al "concurso de movimiento de pelvis y escápulas", percibido por algunos como poco didáctico e incluso algo incómodo para los más tímidos.
- Críticas al horario y a la duración de la actividad.
- Algunas menciones a la organización logística y desequilibrios en las pruebas.

Y, por último, las respuestas procedentes de la invitación a dejar sus opiniones respecto a esta yincana muestran varias tendencias generales:

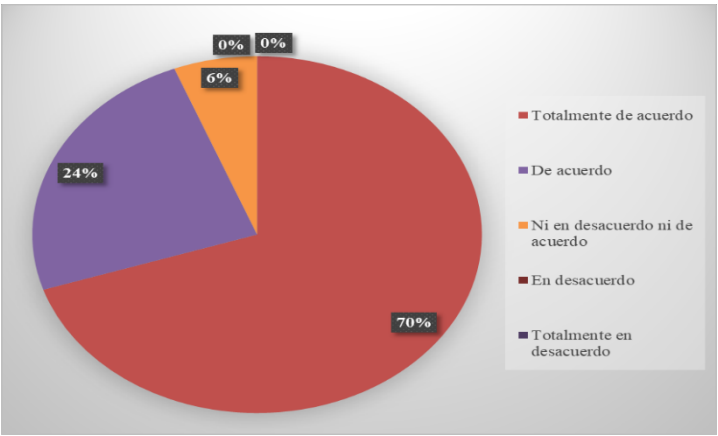
- La mayoría expresa satisfacción general: esta actividad es descrita generalmente como divertida, útil y diferente. Agradecen realizar dinámicas fuera del aula, que sean prácticas y que sirvan para aprender de otras formas.
- Se sugieren mejoras en la organización de grupos y la inclusión de otras actividades como, por ejemplo, incluir rutas en bici.
- A pesar de ser un parque que está bien comunicado a nivel general, algunas voces solicitan que se realice en otra ubicación más cercana y accesible.

4.2. OPINIÓN SOBRE LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA EN EL MEDIO NATURAL

4.2.1. Preguntas cerradas

Respecto a la pregunta sobre si consideran que la realización de actividad física en el medio natural es muy beneficiosa para la salud, el 94% respondieron favorablemente, es decir, que están de acuerdo y totalmente de acuerdo, siendo estos últimos un 70% y no habiendo ninguna respuesta desfavorable (ver figura 7).

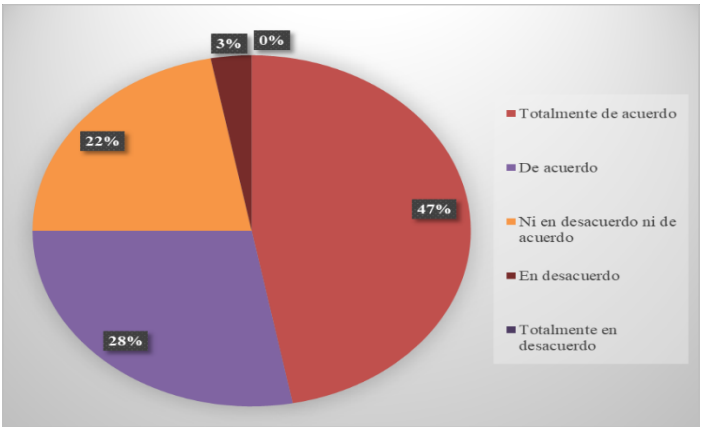
FIGURA 7. Resultados de la pregunta “Considero que la realización de actividad física en el medio natural es muy beneficiosa para la salud”



Fuente: elaboración propia

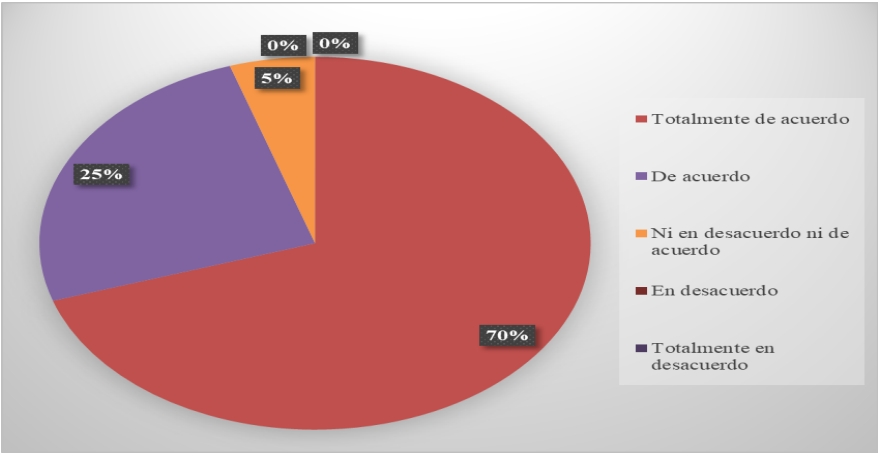
En cuanto a la pregunta sobre si consideran que la realización de actividad física en el medio natural es incluso más beneficiosa que hacer actividad física en espacios cerrados, más del 70% respondieron favorablemente, llegando casi a la mitad de encuestados los que estaban totalmente de acuerdo. Un 22% no estuvo ni en desacuerdo ni de acuerdo y sólo el 3% respondieron estar en desacuerdo (ver figura 8).

FIGURA 8. Resultados de la pregunta “Considero que la realización de actividad física en el medio natural es incluso más beneficiosa que hacer actividad física en espacios cerrados”



Respecto a la pregunta sobre si consideran importante que las niñas y niños de educación primaria realicen actividad física en el medio natural el 95% respondieron favorablemente, es decir, que están de acuerdo y totalmente de acuerdo siendo estos últimos un 70% y no habiendo ninguna respuesta desfavorable (ver figura 9).

FIGURA 9. Resultados de la pregunta “Considero importante que las niñas y niños de Educación Primaria realicen actividad física en el medio natural”.

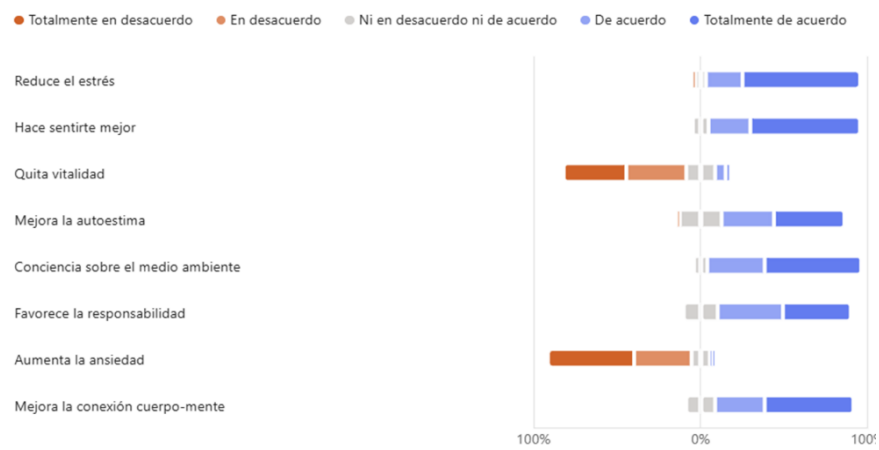


Fuente: elaboración propia

Para finalizar con las preguntas cerradas, se les preguntó si consideraban que hacer actividad física en el medio natural reducía el estrés, hacía sentirse mejor, quitaba vitalidad, mejoraba la autoestima, concienciaba sobre el medio ambiente, favorecía la responsabilidad, aumentaba la ansiedad y mejoraba la conexión cuerpo-mente. De las ocho afirmaciones, dos fueron en sentido contrario al resto para comprobar si el alumnado leía con detenimiento las afirmaciones y no respondía de manera automática. Estas dos afirmaciones eran “quita vitalidad” y “aumenta la ansiedad” que son las dos afirmaciones cuyas respuestas han sido mayoritariamente “totalmente en desacuerdo” o en “desacuerdo” como se puede observar en las barras de color rojizo. Las otras 6 respuestas obtuvieron mayoritariamente respuestas favorables (totalmente de acuerdo o de acuerdo) siendo más del 90% los que respondieron que

reducía el estrés, hacía sentirte mejor y concienciaba sobre el medio ambiente (ver figura 10).

FIGURA 10. Resultados de la pregunta “Considero que hacer actividad física en el medio natural...”.



Fuente: elaboración propia

4.2.2. Preguntas abiertas

Observando los resultados cualitativos procedentes de las respuestas a las preguntas abiertas, la pregunta sobre lo que más valoran de realizar actividad física en el medio natural muestra varias tendencias principales:

- La satisfacción de respirar aire puro, fresco, oxigenado en plena naturaleza.
- La desconexión de la rutina gracias a la paz, tranquilidad y relajación que fomenta realizar actividad física en el medio natural.
- La sensación de libertad de estar en espacios abiertos alejados de la urbe y envueltos en un entorno natural que hace que conectes contigo mismo y te concientes sobre la naturaleza.

En cuanto a la pregunta sobre lo que menos les gusta de realizar actividad física en el medio natural, respondieron las siguientes tendencias:

- El clima, en cuanto a temperaturas extremas que pudieran darse (mucho calor o mucho frío), así como las inclemencias del tiempo (lluvias, granizo, viento, etc.).
- Los bichos, en referencia fundamentalmente a insectos que pudiera haber, sobre todo, mosquitos, moscas, avispas, así como especies animales peligrosas para tu integridad física que pudieras encontrar.
- Las alergias, sobre todo en primavera cuando hay más polen o demás sustancias que puedan generar problemas para la salud: polvo, picaduras, urticaria, etc.

Y, por último, las respuestas procedentes de la invitación a dejar sus opiniones respecto a realizar actividad física en el medio natural muestran varias tendencias generales:

- Resulta beneficiosa para la salud integral del individuo.
- Favorece la adherencia a realizar AF al integrarse en un entorno natural motivador.
- Fomenta una mayor conexión con la naturaleza y permite desconectarse de la rutina diaria.

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio reflejan una valoración positiva de forma general por parte del alumnado universitario hacia la realización de actividad física en el medio natural, especialmente en contextos educativos vivenciales como la yincana propuesta. Esta percepción coincide con evidencias previas que destacan los beneficios de incluir metodologías activas y experiencias prácticas en la formación de futuros docentes, ya que promueven un aprendizaje significativo, motivador y conectado con la realidad profesional (Gil-Arias et al., 2017; Matienzo, 2020).

5.1. VALORACIÓN DE LA YINCANA Y SU UTILIDAD EDUCATIVA

En relación con la yincana como propuesta educativa, la alta satisfacción reportada por el alumnado, especialmente respecto a dinámicas

como la búsqueda de ubicaciones mediante pistas rimadas y fotografías, así como el uso de gamificación a través del sistema de puntos, refleja la eficacia de este tipo de estrategias para mejorar la motivación e implicación del alumnado. Esto puede ser debido a que se tienen en cuenta las necesidades psicológicas básicas (competencia, autonomía y relaciones sociales) que influyen en que se desarrolle una motivación más intrínseca, algo muy importante según la teoría de la autodeterminación (Ryan & Deci, 2000). Además, el hecho de incluir recursos gamificados parece aumentar también esa motivación y mejorar así la participación y el esfuerzo en el alumnado (Said González García et al., 2023; Sevilla-Sanchez et al., 2022).

El aprendizaje experiencial y el contexto al aire libre proporcionan una ruptura con los entornos tradicionales de enseñanza que favorecen la asimilación de los aprendizajes a través de la acción y la reflexión, así como un aprendizaje más adaptado al contexto y necesidades del alumnado (Dewey, 1938; Pinzon Plaza, 2016). En cuanto a los entornos al aire libre, parece que mejora no solo el aprendizaje de los estudiantes, sino también conllevan múltiples beneficios para el desarrollo físico y psicoemocional del alumnado, incluyendo mejoras en las habilidades sociales y el desarrollo del respeto y la concienciación en el cuidado de la naturaleza (Peris Reig, 2017; Vieites Lestón, 2021).

Sin embargo, la disparidad en las valoraciones hacia determinadas pruebas, en especial hacia el concurso de pelvis y escápulas, que fue percibido como incómodo por una parte del alumnado, refleja la importancia de considerar la adecuación de las propuestas al perfil del alumnado. Esto puede haberse debido a la falta de información sobre la finalidad pedagógica de esta actividad. Tal y como sugiere la literatura científica sobre la utilidad percibida en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, la sensación de que lo que se aprende es útil para la vida, parece ser de gran relevancia para aumentar la motivación y el compromiso con las actividades planteadas (Rodríguez et al., 2020; Sánchez-Rosas et al., 2019). Esto resulta importante tenerlo en consideración para actividades futuras.

En cuanto al impacto percibido sobre el aprendizaje de los contenidos de la asignatura, atendiendo específicamente a aquellos relacionados

con biomecánica y capacidades físicas básicas, los resultados tan dispares revelan la necesidad de plantear y asegurar una mayor coherencia entre los objetivos pedagógicos y las actividades propuestas. Si bien las pruebas de capacidades físicas fueron valoradas positivamente, la menor percepción de aprendizaje sugiere que ciertos contenidos podrían haberse abordado de forma más estructurada o explícita. Estudios recientes indican que, para que el aprendizaje experiencial sea efectivo, debe ir acompañado de una fase de reflexión guiada o metacognitiva que ayude a consolidar los conocimientos (Álava & Moreno, 2020).

5.2. OPINIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN EL MEDIO NATURAL

El alto porcentaje de respuestas favorables respecto a los beneficios de la actividad física en entornos naturales corrobora una tendencia ampliamente documentada en la literatura científica: el contacto con la naturaleza potencia los efectos positivos del ejercicio, tanto a nivel físico como cognitivo, físico, emocional y social (do Carmo et al., 2021; Rogerson et al., 2016). El alumnado destacó sensaciones de desconexión, libertad y bienestar, que son aspectos en los que coinciden Capaldi et al. (2015) y Loureiro & Veloso (2014) en sus estudios cuando hacen referencia a la conexión mente-cuerpo-entorno y relacionan realizar actividades en la naturaleza con una mayor sensación de bienestar e, incluso, de felicidad.

Por otro lado, entre los factores que el alumnado destacó como menos favorables en la realización de actividad física en el medio natural, encontramos el clima, la presencia de bichos y las posibles alergias. En el caso del clima, parece que las condiciones meteorológicas extremas, como el exceso de calor o frío, así como las inclemencias imprevisibles del tiempo (lluvia, viento fuerte o granizo), pueden influir negativamente en la práctica de actividad física al aire libre (Button et al., 2020; Martínez-Andrés et al., 2020). Asimismo, la presencia de insectos puede dificultar la práctica a aquellos participantes que tengan algún miedo o fobia a estos, además de tener en cuenta el peligro que supone una picadura no controlada o en personas alérgicas. De hecho, en referencia a las alergias, es de vital importancia tenerlas en cuenta y prevenir posibles efectos perjudiciales que puedan producirse durante su desarrollo (Del Giacco et al., 2001; Dortas Júnior & Azizi, 2021). Estos últimos resultados invitan a reflexionar sobre la necesidad de planificar

con un mayor cuidado y prevención este tipo de prácticas en la naturaleza, teniendo en cuenta no solo el valor pedagógico de la experiencia, sino también anticiparse a aquellas barreras o dificultades que puedan reducir la adherencia, la seguridad y el disfrute del alumnado.

Por último, se evidencia una percepción clara de que este tipo de prácticas debería formar parte de la experiencia educativa en etapas escolares tempranas, lo cual concuerda con planteamientos pedagógicos contemporáneos que abogan por una educación integral y sostenible, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 (UNESCO, 2017).

5.3. LIMITACIONES

Este estudio presenta una serie de limitaciones:

- La muestra fue reducida y perteneciente a un único contexto universitario, lo que dificulta la generalización de los resultados.
- Los datos se basan en percepciones autoinformadas, sin triangulación con otras técnicas cualitativas o cuantitativas.
- La intervención fue puntual y en un entorno específico, lo que puede condicionar su réplica y representatividad.
- No se tuvo en cuenta la experiencia o conocimientos previos con los que contaba el alumnado en relación con este tipo de actividades, algo que podrían haber influido en las respuestas del alumnado.

5.4. IMPLICACIONES PEDAGÓGICAS

Este estudio confirma la necesidad de incorporar propuestas metodológicas activas y contextualizadas en el medio natural dentro de los planes de formación docente. Como apuntan Hurtado Barroso et al. (2024), aún persiste una carencia significativa de formación universitaria en este tipo de contenidos, lo que puede comprometer su posterior implementación en el ámbito escolar. Fomentar vivencias directas como la aquí descrita permite no solo adquirir competencias motrices, sino también desarrollar valores ecológicos, actitudes colaborativas y competencias didácticas aplicadas.

6. CONCLUSIONES

La yincana de actividad física en la naturaleza fue valorada como útil, motivadora y formativa, evidenciando el potencial de la gamificación y el aprendizaje vivencial. Sin embargo, se observa también la necesidad de revisar críticamente ciertas dinámicas para garantizar su coherencia pedagógica y adecuación al perfil del alumnado.

Por otro lado, realizar actividad física en el medio natural es considerado como algo beneficioso e importante para los futuros profesores de Educación Física en Educación Primaria encuestados. La reducción del estrés, el sentirte mejor y el contacto con la naturaleza son los aspectos más destacados de realizar este tipo de actividades por parte del alumnado.

Por último, resulta crucial destacar que, en general, la experiencia de este estudio refleja la importancia de diseñar propuestas didácticas prácticas que combinen intencionalidad pedagógica, vivencia corporal y conexión con el entorno natural.

7. AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos del autor Juan José Mijarra Murillo a la Universidad Rey Juan Carlos por la financiación proporcionada mediante el contrato de Investigador Predoctoral en Formación (programa propio), cuya referencia de plaza es PREDOC24-042.

8. REFERENCIAS

- Álava, E. M. E., & Moreno, J. A. (2020). El aprendizaje experiencial y su impacto en la educación actual. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39(3).
- Ballester-Martínez, O., Baños, R., & Navarro-Mateu, F. (2022). Actividad física, naturaleza y bienestar mental: una revisión sistemática. *Cuadernos de Psicología Del Deporte*, 22(2), 62–84. <https://doi.org/10.6018/cpd.465781>
- Button, B., Tillmann, S., & Gilliland, J. (2020). Exploring children's perceptions of barriers and facilitators to physical activity in rural Northwestern Ontario, Canada. *Rural and Remote Health*. <https://doi.org/10.22605/RRH5791>

- Capaldi, C. A., Dopko, R. L., & Zelenski, J. M. (2015). The relationship between nature connectedness and happiness: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 5, 976. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00976>
- De Souza-Lima, J., Yañez Sepulveda, R. A., Ferrari, G., Giakoni-Ramírez, F., Olivares-Arancibia, J., & Valdivia-Moral, P. (2024). Impacto de la actividad física en el estrés escolar en niños y adolescentes antes del COVID-19: una revisión sistemática (Impact of physical activity on school-related stress in children and adolescents before COVID-19: a systematic review). *Retos*, 61, 748–757. <https://doi.org/10.47197/retos.v61.108748>
- Del Giacco, S. R., Manconi, P. E., & Del Giacco, G. S. (2001). Allergy and sports. *Allergy*, 56(3), 215–223. <https://doi.org/10.1034/j.1398-9995.2001.056003215.x>
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Macmillan.
- do Carmo, A. M. dos S., Conceição, B. C. da, & Santos, A. L. R. (2021). BENEFÍCIOS DA PRÁTICA DE ATIVIDADE FÍSICA AO AR LIVRE. In *EDUCAÇÃO FÍSICA, SAÚDE E ABORDAGENS INTERDISCIPLINARES* (pp. 239–246). DIGITAL EDITORA. <https://doi.org/10.48140/digitaeditora.2020.002.20>
- Dortas Júnior, S. D., & Azizi, G. G. (2021). Síndromes imunológicas e alérgicas induzidas ou exacerbadas por exercício: o que o profissional de saúde do exercício precisa saber sobre doenças imunoalérgicas e esporte? *Revista Brasileira de Fisiologia Do Exercício*, 20(3), 388–402. <https://doi.org/10.33233/rbfex.v20i3.4562>
- Franco Gallegos, L. I., Aguirre Chávez, J. F., Ponce de León, A. C., Robles Hernández, G. S. I., & Montes Mata, K. J. (2024). Intersecciones entre la salud mental y la actividad física: revisión de beneficios y mecanismos neurofisiológicos. *Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano*, 5(2), 304–325. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v5i2.137>
- Gil-Arias, A., Harvey, S., Cárceles, A., Práxedes, A., & Del Villar, F. (2017). Impact of a hybrid TGfU-Sport Education unit on student motivation in physical education. *PLOS ONE*, 12(6), e0179876. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179876>
- Hurtado Barroso, M., González Melero, E., Párraga Montilla, J. A., & Latorre Román, P. Á. (2024). La formación docente en actividades físicas en el medio natural en la Educación Física en España: Un análisis de los planes de estudio universitarios (Teacher training in outdoor and adventure education in Physical Education in Spain: An analysis of university curriculum plans). *Retos*, 56, 681–689. <https://doi.org/10.47197/retos.v56.102899>

- López García, S., Maneiro Dios, R., Moral García, J. E., Amatria Jiménez, M., Diez Fernández, P., Barcala-Furelos, R., & Abelairas Gómez, C. (2019). Los riesgos en la práctica de actividades en la naturaleza. La accidentabilidad en la Educación Física, en las prácticas deportivas y medidas preventivas. *Retos*, 36, 618–624. <https://doi.org/10.47197/retos.v36i36.67111>
- Loureiro, A., & Veloso, S. (2014). Exercício Físico Outdoor, Bem-Estar e Conectividade com a Natureza. *Psico*, 45(3), 299. <https://doi.org/10.15448/1980-8623.2014.3.19180>
- Martínez-Andrés, M., Bartolomé-Gutiérrez, R., Rodríguez-Martín, B., Pardo-Guijarro, M. J., Garrido-Miguel, M., & Martínez-Vizcaíno, V. (2020). Barriers and Facilitators to Leisure Physical Activity in Children: A Qualitative Approach Using the Socio-Ecological Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(9), 3033. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093033>
- Matienzo, R. (2020). Evolución de la teoría del aprendizaje significativo y su aplicación en la educación superior. *Dialektika: Revista de Investigación Filosófica y Teoría Social*, 2(3), 17–26. <https://journal.dialektika.org/ojs/index.php/logos/article/view/15>
- Mayorga Ortiz, D. J., Jiménez Ruíz, L. A., Cevallos Torres, A. C., & Herrera Tapia, J. F. (2022). El ejercicio físico y el estado de ánimo en adolescentes. *ConcienciaDigital*, 5(1.1), 766–780. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i1.1.2027>
- Pavez, V. (2022). Comparación de una clase de Educación Física realizada en entorno natural y una clase realizada en espacio cerrado sobre el consumo de calorías, cantidad de pasos, distancia recorrida y percepción de esfuerzo. *Revista Chilena de Rehabilitación y Actividad Física*, 1–14. <https://doi.org/10.32457/reafl.1911>
- Pérez-Romero, N., Sánchez-García, C., Sabarrit-Peñalosa, A., Morillo-Baro, J. P., Vázquez-Diz, J. A., Ruiz-Junco, A., Franquelo-Egea, M. A., Reigal Garrido, R. E., Morales-Sánchez, V., & Hernández-Mendo, A. (2023). Revisión sistemática sobre la incidencia de los programas de actividad física en la mejora cognitiva en la infancia y adolescencia. *Apuntes de Psicología*, 41(1), 39–48. <https://doi.org/10.55414/ap.v41i1.1526>
- Peris Reig, L. (2017). *Outdoor Education: Una forma de aprendizaje significativo*. Punto Rojo Libros.
- Pinzon Plaza, V. H. (2016). Aprendizaje experiencial como apuesta educativa. *Negonotas Docentes*, 6, 55–61. <https://doi.org/10.52143/2346-1357.341>
- Quelal Paredes, O. S., & Coral Reyes, N. G. (2023). Deporte y Actividad física: impacto sobre la salud cardiovascular. *InnDev*, 2(3), 8–15. <https://doi.org/10.69583/inndev.v2n3.2023.77>

- Ramírez, M. B., Raya, M., & Ruiz, M. (2018). Sedentarismo y salud: efectos beneficiosos de la actividad física en estudiantes universitarios. *ReiDoCrea*, 7, 79–84. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:150323163>
- Rodríguez, S., Piñeiro, I., Regueiro, B., & Estévez, I. (2020). Motivación intrínseca y utilidad percibida como predictores del compromiso del estudiante con los deberes escolares. *Revista de Psicodidáctica*, 25(2), 93–99. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2019.11.001>
- Rogerson, M., Gladwell, V., Gallagher, D., & Barton, J. (2016). Influences of Green Outdoors versus Indoors Environmental Settings on Psychological and Social Outcomes of Controlled Exercise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(4), 363. <https://doi.org/10.3390/ijerph13040363>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Said González García, J., Félix Inganzo, R., Rafael Contreras Bañuelos, I., & Vázquez Villa, L. (2023). Actividades gamificadas como técnica de aprendizaje en educación física. *FIEP Bulletin*, 93(1), 576–587. <https://doi.org/10.16887/93.a1.59>
- Sánchez-Rosas, J., Sebastián Correa, P., & Daniel Díaz, I. (2019). Revisión de las intervenciones que mejoran la utilidad percibida del aprendizaje de los estudiantes. *Revista Digital de Investigación En Docencia Universitaria*, 13(2), 41–52. <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.1077>
- Sevilla-Sanchez, M., Dopico Calvo, X., Morales, J., Iglesias-Soler, E., Fariñas, J., & Carballeira, E. (2022). La gamificación en educación física: efectos sobre la motivación y el aprendizaje (Gamification in Physical Education: Evaluation of impact on motivation and motor learning). *Retos*, 47, 87–95. <https://doi.org/10.47197/retos.v47.94686>
- Tapia Martinez, J. R., & Vela, B. R. R. (2024). LA ACTIVIDAD FÍSICA Y SU IMPACTO EN LA CONDUCTA SOCIAL. *Fiep Bulletin - Online*, 94(1), 917–926. <https://doi.org/10.16887/fiepbulletin.v94i1.6706>
- UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals: learning objectives. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/CGBA9153>
- Vieites Lestón, T. (2021). Educación en la naturaleza. Una forma de aprendizaje significativo. *Creativity and Educational Innovation Review*, 5, 170–172. <https://doi.org/10.7203/CREATIVITY.5.21243>

SECCIÓN XV.

OTRAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

MENOS DÍAS, MÁS MOVIMIENTO: INFLUENCIA DE LA TERAPIA KINESIOLOGICA EN LA HOSPITALIZACIÓN POST FRACTURA DE CADERA EN MAYORES DE 65 AÑOS

MARIANNE ESCOBAR CIFUENTES

*Unidad de Medicina Física y Rehabilitación, Hospital Las Higueras,
Talcahuano, Chile*

VÍCTOR MORALES PEÑA

*Unidad de Medicina Física y Rehabilitación, Hospital Las Higueras,
Talcahuano, Chile*

LEONARDO LAGOS- HAUSHEER

*Departamento de Kinesiología, Facultad de Medicina,
Universidad de Concepción, Chile*

MARIO MUÑOZ- BUSTOS

*Departamento de Kinesiología, Facultad de Medicina,
Universidad de Concepción, Chile*

ADOLFO SOTO-MARTINEZ

*Departamento de Kinesiología, Facultad de Medicina,
Universidad de Concepción, Chile*

HANS NEIRA-TORRES

*Departamento de Kinesiología, Facultad de Medicina,
Universidad de Concepción, Chile*

1. INTRODUCCIÓN

Las fracturas de cadera representan una causa frecuente de hospitalización en personas mayores y constituyen un importante problema de salud pública por su alta morbilidad y mortalidad. Se estima que la incidencia global continuará aumentando debido al envejecimiento poblacional, lo que conlleva una mayor carga para los sistemas de salud en términos de atención aguda y rehabilitación prolongada (Auais et al., 2018; Wesseling et al., 2016). En el contexto latinoamericano, esta

problemática se intensifica ante la falta de estrategias estandarizadas de rehabilitación postquirúrgica centradas en la funcionalidad y la reducción del tiempo de hospitalización (Escobar et al., 2024).

La duración de la estancia hospitalaria posterior a una fractura de cadera está influida por múltiples factores clínicos, entre los cuales destacan el tipo de fractura, las comorbilidades y la capacidad funcional alcanzada durante la hospitalización. Estudios han evidenciado que intervenciones tempranas de fisioterapia pueden reducir significativamente los días de hospitalización y mejorar los resultados funcionales (Gasparutto et al., 2021; Wesseling et al., 2018).

En este sentido, el concepto de “hitos motores” ha cobrado relevancia como herramienta clínica útil para monitorear la progresión funcional de los pacientes durante la hospitalización. Alcanzar etapas como la sedestación, la bipedestación o la marcha independiente puede correlacionarse con mejores pronósticos funcionales y mayor autonomía al egreso (Escobar et al., 2024; Marusic et al., 2018).

La literatura internacional respalda que programas de rehabilitación progresiva, estructurados por fases, pueden impactar favorablemente la recuperación tras una artroplastia de cadera, promoviendo mejoras en fuerza, equilibrio y desempeño funcional (Matheis & Stöggel, 2017; Madara et al., 2019). No obstante, aún persisten desafíos en la implementación sistemática de estos protocolos, especialmente en escenarios hospitalarios con recursos limitados.

Diversas investigaciones han destacado que el número de sesiones kinesiológicas y su inicio precoz están asociados con mejoras significativas en indicadores como la longitud de zancada, la velocidad de marcha y la disminución del dolor (Cheatham et al., 2016; Mendelsohn et al., 2008). En Chile, sin embargo, existen pocos estudios que hayan vinculado estos elementos con el alta hospitalaria en pacientes con fractura de cadera.

Por otra parte, el perfil del paciente geriátrico con fractura de cadera suele estar marcado por una elevada carga de comorbilidades como hipertensión arterial, deterioro cognitivo y diabetes, las cuales pueden afectar negativamente la evolución postoperatoria (Auais et al., 2018; Escobar et al., 2024).

La integración de protocolos de evaluación funcional que incorporen marcadores objetivos, como el “máximo hito motor alcanzado”, puede facilitar la toma de decisiones clínicas para anticipar el alta y disminuir complicaciones derivadas de la hospitalización prolongada (Marusic et al., 2018; Wesseling et al., 2016). Este enfoque es coherente con las recomendaciones actuales que promueven una rehabilitación centrada en el paciente y sus capacidades funcionales específicas.

A nivel internacional, se ha propuesto que los programas de fisioterapia deben ajustarse a las metas individuales del paciente, particularmente en personas mayores activas que requieren alcanzar niveles funcionales elevados para retomar su vida cotidiana con independencia (Marusic et al., 2018; Madara et al., 2019). Este enfoque adaptativo ha mostrado ser seguro y efectivo, incluso en intervenciones de corta duración postoperatoria (Matheis & Stöggl, 2017).

Por lo tanto, resulta pertinente explorar si el hito motor máximo alcanzado durante la hospitalización es un predictor fiable de menor tiempo de estancia y mejor pronóstico funcional. Además, es esencial evaluar si la frecuencia de las sesiones kinesiológicas tiene un efecto directo en la evolución del paciente, lo cual podría optimizar la asignación de recursos y mejorar los resultados clínicos.

En el contexto del sistema de salud chileno, donde los recursos hospitalarios son limitados y la demanda asistencial está en aumento, la prolongación innecesaria de los días de hospitalización representa una carga económica considerable. Diversos informes han estimado que el costo promedio de un día cama en hospitales públicos puede superar los \$250.000 CLP (Alvear S., 2013), lo cual implica que incluso una reducción modesta en la duración de la estadía por paciente podría traducirse en un ahorro significativo para el sistema. Esta realidad enfatiza la necesidad de optimizar los factores modificables que inciden en la estancia hospitalaria, como el nivel funcional alcanzado durante la hospitalización y la intensidad de la rehabilitación recibida.

Considerando lo anterior, es razonable plantear que la implementación de estrategias de rehabilitación centradas en hitos motores y la integración temprana de equipos kinesiológicos podrían no solo mejorar los

desenlaces clínicos, sino también contribuir a la sostenibilidad económica de los hospitales. Un enfoque que contemple criterios funcionales de alta —más allá del alta médica convencional— permitiría una utilización más eficiente de los recursos, reduciendo el riesgo de hospitalización prolongada, dependencia al alta y reingresos, todos ellos factores que incrementan el gasto público sin necesariamente mejorar la calidad del cuidado.

El presente estudio se propuso describir las características clínicas y funcionales de los pacientes mayores de 65 años con fractura de cadera atendidos en el Hospital Las Higueras de Talcahuano, y evaluar cómo el hito motor alcanzado y el número de sesiones kinesiológicas se relacionan con los días de hospitalización. Esta investigación busca aportar evidencia local para fundamentar estrategias de alta hospitalaria optimizadas y basadas en la funcionalidad real del paciente.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar la asociación entre el hito motor máximo alcanzado y el número de sesiones kinesiológicas con los días de hospitalización en pacientes mayores de 65 años con fractura de cadera intervenidos quirúrgicamente en el Hospital Las Higueras de Talcahuano.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Describir las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes hospitalizados con fractura de cadera, incluyendo edad, sexo, tipo de fractura, tipo de cirugía y comorbilidades asociadas.
- Determinar el promedio de días de hospitalización y su variación según el tipo de fractura, el procedimiento quirúrgico realizado y la presencia de comorbilidades.

- Analizar la relación entre el hito motor máximo alcanzado durante la hospitalización y la duración de la estancia hospitalaria.
- Evaluar la influencia del número de sesiones de kinesioterapia recibidas en los días de hospitalización y en el nivel funcional al alta.
- Identificar factores clínicos que se asocian significativamente con una mayor o menor duración de hospitalización en esta población.

3. METODOLOGÍA

Este estudio corresponde a un análisis retrospectivo observacional basado en datos obtenidos de registros clínicos de pacientes mayores de 65 años con diagnóstico de fractura de cadera, intervenidos quirúrgicamente entre los años 2023 y 2024 en el Hospital Las Higueras de Talcahuano, Chile. La investigación fue aprobada (Código: SSMOrie051124-4) por un comité de ética acreditado y se respetaron las leyes de deberes y derechos de los pacientes respecto del uso de datos clínicos.

3.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Se incluyeron pacientes con fractura de cadera tratados quirúrgicamente (artroplastia o osteosíntesis) que contaban con información clínica completa en la ficha electrónica, incluyendo: edad, sexo, comorbilidades, tipo de fractura, tipo de cirugía, número de sesiones kinesiológicas recibidas durante la hospitalización, hito motor máximo alcanzado, y número total de días de hospitalización. Se excluyeron aquellos pacientes que presentaban diagnóstico de enfermedades neurológicas incapacitantes, fracturas patológicas o antecedentes de cirugía previa en la cadera afectada.

3.2. VARIABLES

La principal variable de desenlace fue el número de días de hospitalización, definida como el número de días transcurridos desde la fecha de ingreso hospitalario hasta el alta médica. Las variables

independientes fueron: (1) máximo hito motor alcanzado, clasificado en sedestación, bipedestación, marcha con ayuda técnica y marcha independiente; y (2) número de sesiones de kinesioterapia realizadas durante la hospitalización. Además, se consideraron variables clínicas como hipertensión, hipertensión ortostática, diabetes, deterioro cognitivo y otras comorbilidades frecuentes.

3.3. RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO

Los datos fueron recolectados de forma manual a partir del sistema informático institucional y validados por dos kinesiólogos con experiencia clínica en rehabilitación de pacientes geriátricos. Se utilizó una base de datos estructurada en Excel, y posteriormente se analizaron en el software estadístico PAST 4.02.

Para el análisis estadístico descriptivo se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión (media, desviación estándar, mediana y rango intercuartílico) para variables cuantitativas, y frecuencias absolutas y relativas para las variables categóricas. Se aplicaron pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) para determinar la distribución de las variables. Para evaluar la asociación entre el hito motor alcanzado y los días de hospitalización, así como entre el número de sesiones kinesiológicas y los días de hospitalización, se utilizaron pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney), debido a la naturaleza no normal de las variables dependientes.

Se consideró un valor de $p < 0.05$ como estadísticamente significativo. En caso de comparación entre grupos según hito motor alcanzado, se realizaron análisis post hoc con corrección de Bonferroni. La consistencia de los resultados fue verificada mediante análisis de sensibilidad, incluyendo y excluyendo a pacientes con comorbilidades mayores.

Este enfoque metodológico se alinea con investigaciones previas que han empleado análisis retrospectivo de registros clínicos para evaluar factores asociados a la duración de la hospitalización y los resultados funcionales en pacientes con fractura de cadera (Auais et al., 2018; Gasparutto et al., 2021; Marusic et al., 2018).

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

La muestra analizada incluyó a 101 pacientes con diagnóstico de fractura de cadera, con una distribución por sexo de 75.2% mujeres (n=76) y 24.8% hombres (n=25). La edad promedio fue de 83.1 años ($DE \pm 8.2$), con un rango entre 65 y 98 años. El grupo etario más frecuente fue el de 76 a 85 años, que representó el 42.5% del total (Figura 1, B).

4.2. CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

Tipo de fractura

Las fracturas mediales fueron las más frecuentes con un 38.6% (n=39), seguidas por las fracturas pertrocanteréas (24.7%, n=25), laterales (15.8%, n=16), basicervicales (8.9%, n=9) y otros tipos de fractura (12.0%, n=12).

Procedimientos quirúrgicos

El procedimiento quirúrgico más común fue la artroplastia bipolar, realizada en el 35.6% de los casos (n=36). Le siguieron el clavo endomedular corto con 27.7% (n=28), la osteosíntesis tipo DHS con 14.8% (n=15), y otros procedimientos con un 21.9% (n=22).

Comorbilidades

Las patologías preexistentes más reportadas fueron hipertensión arterial (60.3%, n=61), diabetes mellitus (25.7%, n=26) y deterioro cognitivo (18.8%, n=19). También se identificó la presencia de hipertensión ortostática en una parte de los pacientes, la cual fue considerada en los análisis posteriores.

4.3. DÍAS DE HOSPITALIZACIÓN

El promedio de días de hospitalización fue de 9.67 días ($DE \pm 6.9$), con un rango que varió entre 1 y 30 días. Los pacientes con fractura medial presentaron una mayor media de días de hospitalización (11.2 días) (Figura 1,C), en comparación con otros tipos de fractura.

La presencia de hipertensión ortostática se asoció a un incremento promedio de 2.3 días en la duración de la estancia hospitalaria ($p = 0.04$). En cuanto al hito motor alcanzado, se observó que los pacientes que lograron la marcha independiente durante su hospitalización tuvieron una reducción del 30% en los días de hospitalización en comparación con aquellos que solo lograron sedestación al borde de la cama(Figura 1, C-D).

4.4. REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN FUNCIONAL

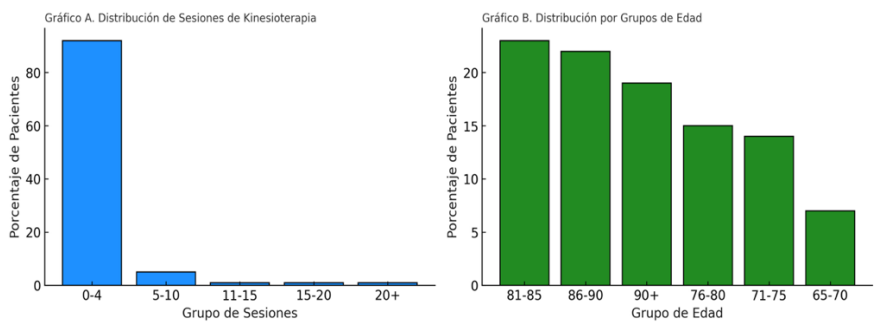
El número promedio de sesiones de kinesioterapia realizadas durante la hospitalización fue de 2.7 sesiones ($DE \pm 2.9$). Se observó que los pacientes que recibieron 4 o más sesiones presentaron una reducción del 20% en los días de hospitalización, en comparación con aquellos que recibieron menos de 4 sesiones(Figura 1, A).

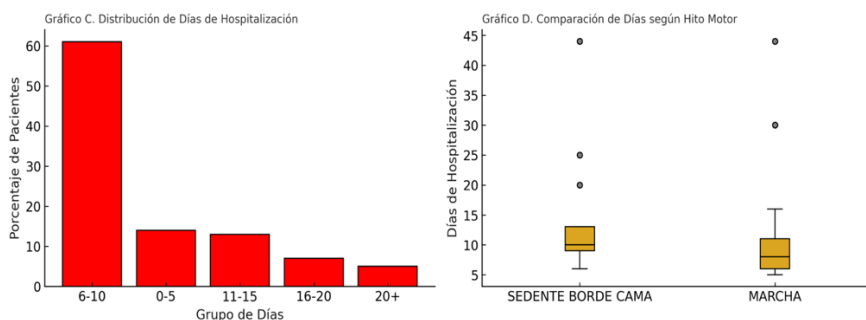
Asimismo, se identificó que los pacientes con menos de 2 sesiones de terapia o sin intervención presentaron mayor riesgo de deterioro funcional al momento del alta hospitalaria ($p < 0.05$).

4.4. HITOS MOTORES

El promedio de días en que los pacientes alcanzaron el hito de sedestación al borde de la cama posterior a la cirugía fue de 1.77 días, con un rango de 1 a 7 días.

FIGURA 1. Resultados de la investigación presentados en porcentaje y días de hospitalización. A) Distribución sesiones de kinesiología, B) Distribución de grupos por edad, C) Distribución de días de hospitalización, D) Comparación de Días según Hito.





Fuente: de los autores

5. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio muestran que variables clínicas como el tipo de fractura, la presencia de comorbilidades y el nivel funcional alcanzado durante la hospitalización tienen un impacto significativo en los días de estancia hospitalaria en pacientes mayores de 65 años con fractura de cadera. Este hallazgo es coherente con estudios previos que destacan que la evolución funcional tras una fractura de cadera está determinada por múltiples factores, incluyendo la complejidad quirúrgica, el estado basal del paciente y la intensidad de la rehabilitación recibida (Auais et al., 2018; Gasparutto et al., 2021).

En cuanto al tipo de fractura, se observó que las fracturas mediales se asociaron con un mayor número de días de hospitalización. Este patrón ya ha sido descrito por Wesseling et al. (2016), quienes señalaron que este tipo de fracturas, especialmente cuando requieren artroplastias, suelen tener mayores demandas en la fase de recuperación inicial.

La influencia de las comorbilidades también fue notoria. En particular, la hipertensión ortostática se asoció significativamente con una mayor duración de la estancia hospitalaria. Este hallazgo se alinea con estudios que identifican que la intolerancia ortostática limita el inicio temprano de la sedestación y la marcha, lo que retrasa la recuperación funcional (Marusic et al., 2018). Asimismo, el deterioro cognitivo, aunque no analizado en detalle en esta sección, ha sido reportado como un predictor de resultados funcionales pobres y mayor dependencia al alta (Auais et al., 2018).

Uno de los resultados más relevantes del estudio fue la asociación entre el hito motor alcanzado y la duración de la hospitalización. Se observó una diferencia del 30% en los días de hospitalización entre los pacientes que alcanzaron marcha independiente versus aquellos que solo lograron sedestación. Este hallazgo concuerda con lo reportado por Marusic et al. (2018), quienes encontraron que pacientes que combinaban terapia física convencional con observación motora o imaginación motora lograban mejores niveles funcionales en menor tiempo.

El promedio de sesiones de kinesioterapia fue inferior al de otras investigaciones internacionales que recomiendan cinco o más sesiones semanales para resultados óptimos (Gasparutto et al., 2021; Cheatham et al., 2016). Sin embargo, los resultados muestran que incluso un umbral mínimo de cuatro sesiones tuvo un efecto positivo al reducir la estancia hospitalaria en un 20%. Esto resalta el valor de la intensidad de la intervención kinésica, concordante con el estudio de Matheis y Stöggel (2017), donde pacientes que iniciaron movilización activa desde el tercer día postoperatorio mostraron una mejora significativa en el rango de movilidad y en la marcha a los seis días.

Desde una perspectiva funcional, alcanzar el borde de la cama en un promedio de 1.77 días postcirugía representa un logro clínico relevante. Tal como han argumentado Madara et al. (2019), la reactivación funcional temprana está directamente relacionada con mejores resultados en pruebas como el “Timed Up and Go” o el “Six-Minute Walk Test”, indicadores ampliamente utilizados para estimar autonomía en la marcha.

Este estudio presenta fortalezas como el análisis de una cohorte completa y real de pacientes hospitalizados, y la integración de variables funcionales como el hito motor, que a menudo no se reportan en registros clínicos. No obstante, presenta limitaciones como la naturaleza retrospectiva del análisis y la posible variabilidad en la documentación de sesiones kinesiológicas o comorbilidades, lo que puede influir en la precisión de algunas estimaciones.

Implicancias clínicas

Los hallazgos de este estudio sugieren que incorporar el monitoreo del hito motor como criterio funcional de alta, así como establecer

protocolos mínimos de cuatro sesiones de kinesioterapia durante la hospitalización, podrían contribuir a disminuir la estancia hospitalaria y mejorar los resultados funcionales. Además, se recomienda implementar estrategias de evaluación precoz de la hipertensión ortostática y del deterioro cognitivo, con el objetivo de adaptar los programas de rehabilitación a las necesidades individuales de los pacientes.

Una observación crítica es que los pacientes que lograron marcha independiente durante su estadía hospitalaria permanecieron un 30% menos días hospitalizados. Esta reducción representa una oportunidad concreta de ahorro para el sistema público. Considerando que el costo promedio (conservador) de un día cama en un hospital público chileno bordea los \$250.000 CLP (aprox. 270 USD, estimación MINSAL 2022), incluso una reducción de 2 a 3 días por paciente puede traducirse en un ahorro directo de \$500.000 a \$750.000 CLP por caso. En una unidad con 100 hospitalizaciones anuales por fractura de cadera, esta estrategia puede ahorrar fácilmente entre \$50 a \$75 millones de pesos chilenos al año, sin considerar aún los costos indirectos por complicaciones, reintegros o dependencia prolongada.

Estos datos adquieren aún más relevancia al considerar que el promedio de sesiones kinesiológicas en la muestra fue de solo 2,7, mientras que aquellos que recibieron 4 o más sesiones lograron una disminución del 20% en la duración de hospitalización. Este punto plantea un cuestionamiento estratégico: ¿es más eficiente aumentar el personal kinésico para intensificar la rehabilitación, o mantener hospitalizados a los pacientes por más días? Desde una perspectiva costo-beneficio, la contratación de más kinesiólogos podría ser no solo clínicamente deseable, sino también económicamente sensata.

Un kinesiólogo que atiende a cinco pacientes diarios puede brindar 25 sesiones semanales. Con una planificación adecuada, un equipo adicional de dos kinesiólogos podría cubrir 50 sesiones por semana, permitiendo intervenciones más frecuentes y estructuradas. Si esto contribuye a reducir sistemáticamente los días cama, se mejora simultáneamente la eficiencia operativa del hospital (mayor rotación de camas), se optimizan los flujos clínicos (menor congestión en unidades

médicas) y se reducen los riesgos asociados a hospitalización prolongada, como infecciones nosocomiales o deterioro funcional.

Desde la perspectiva clínica, estudios como el de Matheis y Stöggel (2017) ya han demostrado que iniciar movilización activa desde el tercer día postoperatorio mejora el rango de movilidad, fuerza muscular y velocidad de marcha en el corto plazo. Este estudio local reafirma ese principio, pero añade un valor contextual: incluso pequeñas mejoras en el número de sesiones tienen un impacto claro en la eficiencia del proceso hospitalario.

Por otra parte, el monitoreo del “máximo hito motor alcanzado” surge como un posible criterio funcional de alta hospitalaria, superando el enfoque tradicional basado únicamente en el cierre médico-administrativo. Incluir este marcador permitiría una gestión más precisa y personalizada del egreso hospitalario, anticipando con mayor certeza la autonomía del paciente y su necesidad de apoyo posterior, con el potencial de prevenir reingresos y caídas.

Implicancias para la política pública

A nivel del sistema de salud, estos hallazgos ofrecen evidencia concreta para justificar una reorganización de los recursos en torno a la hospitalización por fractura de cadera. Invertir en equipos de rehabilitación interdisciplinarios, en especial en kinesiología, no solo acelera la recuperación clínica, sino que genera retornos financieros netos para los hospitales. En ese sentido, la rehabilitación funcional no debe ser vista como un gasto adicional, sino como una inversión estratégica que mejora la eficiencia operativa, la calidad del cuidado y la sostenibilidad del sistema.

Asimismo, estos resultados pueden contribuir al diseño de indicadores de desempeño hospitalario que integren dimensiones funcionales del paciente, y no solamente criterios biomédicos. Incorporar el hito motor alcanzado como variable trazadora permitiría monitorear en tiempo real la efectividad de los programas de rehabilitación y ajustar las cargas de trabajo del personal.

Finalmente, es relevante considerar que los beneficios clínicos y económicos identificados en este estudio también tienen una dimensión

operativa que podría influir en la planificación estratégica hospitalaria. Por ejemplo, los resultados sugieren que mejorar la intensidad y frecuencia de la rehabilitación kinésica, incluso con recursos humanos adicionales, podría reducir significativamente la rotación promedio de camas y permitir una atención más eficiente. Esto se alinea con modelos de rehabilitación acelerada que promueven la movilización precoz, como el de Matheis y Stöggel (2017), quienes demostraron que iniciar tratamiento activo desde el tercer día postoperatorio no solo mejora la movilidad y el equilibrio, sino que también acorta la duración de la hospitalización en contextos de reemplazo total de cadera.

Otros alcances

Uno de los hallazgos complementarios más relevantes de este estudio fue la variabilidad funcional observada entre pacientes con similares características clínicas iniciales. Esta disparidad sugiere que existen otros factores moduladores del proceso de recuperación más allá del tipo de fractura o número de sesiones kinésicas. En particular, la literatura señala que la presencia de delirio postoperatorio puede interferir significativamente en la recuperación funcional. Auais et al. (2018) demostraron que este cuadro se asocia con una menor probabilidad de alcanzar la marcha independiente, mayor duración de hospitalización y mayor mortalidad a seis meses. Aunque en este estudio no se midió específicamente el delirio, los registros clínicos revelaron casos de fluctuaciones cognitivas agudas que podrían haber influido negativamente en el logro de los hitos motores, prolongando la estadía hospitalaria. Esto coincide con lo planteado por Wesseling et al. (2016), quienes destacaron que trastornos neurocognitivos afectan el patrón de marcha postquirúrgico, reduciendo la eficiencia del proceso rehabilitador.

Asimismo, otra dimensión que podría explicar parte de la variabilidad en la duración de la hospitalización observada en nuestra muestra es el entorno social del paciente. Aunque no se recogieron datos sistemáticos sobre red de apoyo, se observó que pacientes que requerían mayor coordinación con familiares o instituciones para su alta presentaron estancias más prolongadas. Esto es consistente con lo reportado por Mendelsohn et al. (2008) y Auais et al. (2018), quienes encontraron que vivir

solo o carecer de cuidadores disponibles retrasa el alta funcional e incrementa la dependencia posthospitalaria. Incorporar esta variable en futuras investigaciones permitiría diseñar estrategias de alta más eficaces, alineadas con la realidad de cada paciente, y reducir así la presión sobre camas hospitalarias sin comprometer la seguridad del egreso.

Por último, esta investigación destaca la necesidad de incluir indicadores funcionales como parte de la evaluación del desempeño institucional. Tal como sugieren los estudios de Mendelsohn et al. (2008), la integración de programas estructurados de ejercicio —incluso en pacientes frágiles— no solo mejora la capacidad funcional, sino que permite restablecer niveles aceptables de autonomía en un periodo más corto. En este sentido, establecer metas funcionales mínimas (como la marcha asistida o independiente) como criterio de alta podría mejorar la precisión de las decisiones clínicas y reducir reingresos evitables. Esto representa una oportunidad concreta para transitar hacia modelos de atención más centrados en resultados funcionales, sostenibles y alineados con la realidad demográfica y económica de los hospitales públicos en Chile.

6. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio muestran que variables clínicas como el tipo de fractura, la presencia de hipertensión ortostática y el deterioro cognitivo, así como los hitos motores alcanzados y el número de sesiones kinesiológicas realizadas, tienen un impacto significativo en los días de hospitalización de pacientes mayores con fractura de cadera. Alcanzar niveles funcionales superiores, como la marcha independiente, y recibir cuatro o más sesiones de rehabilitación durante la estadía hospitalaria, se asocia con una reducción relevante en la duración de la hospitalización y con mejores resultados funcionales al alta.

Desde una perspectiva de salud pública, estos hallazgos refuerzan la necesidad de integrar la rehabilitación temprana como componente esencial del manejo hospitalario en este grupo de pacientes. La implementación de protocolos centrados en hitos motores, junto con la contratación estratégica de más kinesiólogos, no solo optimiza la recuperación clínica, sino que permite una gestión más eficiente y sostenible de los recursos

hospitalarios. Esto representa una oportunidad concreta de mejorar la calidad del cuidado y reducir costos en el sistema de salud chileno.

7. AGRADECIMIENTOS

El equipo investigador agradece el apoyo metodológico del Departamento de Kinesiología de la Universidad de Concepción, así como el apoyo de las jefaturas del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Las Higueras de Talcahuano en Chile.

8. REFERENCIAS

- Alvear, S., Canteros, J., Jara, J., & Rodríguez, P. (2013). Costos reales de tratamientos intensivos por paciente y día cama. *Revista Médica de Chile*, 141(2), 202–208. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872013000200009>
- Auais, M., French, S. D., Beaupre, L., Giangregorio, L., & Magaziner, J. (2018). Identifying research priorities around psycho-cognitive and social factors for recovery from hip fractures: An international decision-making process. *Injury*, 49(4), 682–690. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.04.017>
- Cheatham, S., Mokha, M., & Lee, M. (2016). Postoperative rehabilitation after hip resurfacing: A systematic review. *Journal of Sport Rehabilitation*, 25(2), 181–189. <https://doi.org/10.1123/jsr.2014-0270>
- Gasparutto, X., Gueugnon, M., Laroche, D., Martz, P., Hannouche, D., & Armand, S. (2021). Which functional tasks present the largest deficits for patients with total hip arthroplasty before and six months after surgery? A study of the Timed Up-and-Go test phases. *PLOS ONE*, 16(9), e0255037. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255037>
- Madara, K. C., Marmon, A., Aljehani, M., Hunter-Giordano, A., Zeni, J., & Raisis, L. (2019). Progressive rehabilitation after total hip arthroplasty: A pilot and feasibility study. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 14(4), 564–577. <https://doi.org/10.26603/ijsp20190564>
- Marusic, U., Grosprêtre, S., Paravlic, A., Kovač, S., Pišot, R., & Taube, W. (2018). Motor imagery during action observation of locomotor tasks improves rehabilitation outcome in older adults after total hip arthroplasty. *Neural Plasticity*, 2018, Article ID 5651391. <https://doi.org/10.1155/2018/5651391>

- Matheis, C., & Stöggl, T. (2017). Strength and mobilization training within the first week following total hip arthroplasty. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 21(4), 890–896.
<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.06.012>
- Mendelsohn, M. E., Overend, T. J., Connelly, D. M., & Petrella, R. J. (2008). Improvement in aerobic fitness during rehabilitation after hip fracture. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(4), 609–617.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.09.036>
- Wesseling, M., Meyer, C., Corten, K., Desloovere, K., & Jonkers, I. (2016). Does surgical approach or prosthesis type affect hip joint loading one year after surgery? *Gait & Posture*, 49, 88–96.
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.11.009>
- Wesseling, M., Meyer, C., Corten, K., Desloovere, K., & Jonkers, I. (2018). Longitudinal joint loading in patients before and up to one year after unilateral total hip arthroplasty. *Gait & Posture*, 61, 117–124.
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.01.002>

RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD FÍSICA E IMÁGENES MENTALES EN POBLACIÓN ASINTOMÁTICA: ESTUDIO TRANSVERSAL

JOSE VICENTE LEÓN HERNÁNDEZ

CSEU La Salle

ASER DONADO-BERMEJO

Escuela Internacional de Doctorado de la URJC

PABLO BARRENECHEA LEAL

Escuela Internacional de Doctorado de la URJC

ALBA RAMOS URBANOS

Clínica Phyped

Numerosos estudios han explorado cómo la actividad física influye en funciones cognitivas superiores, como la memoria, la atención y el control ejecutivo. Sin embargo, la relación entre la actividad física y la imagería motora ha sido menos explorada, a pesar de que ambas comparten estructuras neuronales implicadas en el procesamiento motor. El presente trabajo se enmarca en esta línea de investigación y busca aportar evidencia empírica sobre este vínculo en población sana.

Asimismo, se pretende valorar si existen diferencias en la imagería en función del sexo, edad o nivel educativo, y determinar si la isocronía puede actuar como predictor complementario del rendimiento imaginativo.

1. INTRODUCCIÓN

La imagería motora (IM) es la capacidad de representar mentalmente un movimiento sin ejecutarlo físicamente. Este proceso, también llamado simulación motora, activa muchas de las mismas regiones cerebrales que intervienen en la ejecución real, como la corteza premotora, la corteza motora suplementaria, los ganglios basales, el cerebelo y la corteza parietal posterior (Decety, 1996). Esta coincidencia funcional ha motivado el creciente uso de la IM en distintos ámbitos clínicos y deportivos, como estrategia para reforzar el aprendizaje motor,

optimizar el rendimiento, facilitar la planificación motora o compensar déficits en personas con movilidad reducida.

En el contexto del entrenamiento deportivo, la IM se utiliza para preparar ejecuciones técnicas, mejorar la anticipación y consolidar patrones motores. En el ámbito clínico, especialmente en neurorehabilitación, se aplica en pacientes con accidente cerebrovascular, lesiones medulares o enfermedades neurodegenerativas, con el objetivo de mantener la activación de los circuitos motores durante periodos de inmovilidad o baja carga funcional. También ha demostrado efectos positivos en el control del dolor, la modulación del tono muscular y la mejora de la conciencia corporal. A nivel cognitivo, se relaciona con funciones ejecutivas como la atención, la memoria de trabajo y la planificación.

Sin embargo, no todas las personas tienen la misma capacidad para generar imágenes motoras. Existen diferencias interindividuales significativas que pueden estar influenciadas por variables como la edad, el sexo, la experiencia motora previa, el estilo de aprendizaje o incluso factores psicológicos como la motivación o la autoconfianza. Por ello, se han desarrollado cuestionarios como el MIQ-R y el MIQ-3, que permiten evaluar subjetivamente la facilidad con la que un individuo puede imaginar movimientos en modalidades visuales y kinestésicas. Además, se han propuesto medidas objetivas como la isocronía (diferencia temporal entre la ejecución real e imaginada de un gesto) para complementar esta evaluación.

En paralelo, la actividad física (AF) ha demostrado ser un modulador positivo de la función cerebral. Numerosos estudios han documentado los efectos beneficiosos del ejercicio regular sobre la neuroplasticidad, la eficiencia sináptica, el volumen del hipocampo, la vascularización cerebral y la conectividad funcional. Estas adaptaciones no solo se traducen en mejoras en la salud física, sino también en funciones cognitivas como la atención, la inhibición, la velocidad de procesamiento y la memoria. Todo ello sugiere que la actividad física podría tener un efecto indirecto en la capacidad de representar movimientos mentalmente, facilitando procesos de simulación motora gracias a una mayor eficiencia de los circuitos neurocognitivos implicados.

Pese a este marco teórico plausible, la evidencia empírica que explora la relación entre AF e imagería motora es escasa y poco concluyente. Algunos estudios han encontrado correlaciones positivas entre el nivel de actividad física y el rendimiento en tareas de imagería (Zabicki et al., 2015; Di Corrado et al., 2021), mientras que otros no han identificado asociaciones consistentes (Ruffino et al., 2017). Estas discrepancias podrían explicarse por diferencias metodológicas (tipo de muestra, herramienta utilizada, modalidad de imagería evaluada) o por la complejidad inherente al fenómeno.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo analizar la relación entre el nivel de actividad física y la capacidad de generar imágenes motoras —tanto visuales como kinestésicas— en una muestra de población asintomática. Se plantea además el uso de la isocronía como medida objetiva complementaria, con el fin de evaluar de forma más precisa la calidad de la imagería. El interés de esta investigación reside en entender si la práctica regular de ejercicio se asocia con una mayor facilidad para representar mentalmente movimientos funcionales, lo cual tendría implicaciones tanto para el diseño de programas de entrenamiento como para la práctica clínica en fisioterapia, deporte y rehabilitación.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio fue analizar la posible relación entre el nivel de actividad física y la capacidad de generar imágenes mentales en individuos asintomáticos. Esta capacidad se evaluó tanto desde una perspectiva visual como kinestésica, utilizando el cuestionario MIQ-R, ampliamente validado en población hispanohablante. Adicionalmente, se incorporó una medida objetiva de isocronía, definida como la diferencia temporal entre la ejecución real e imaginada de un movimiento, para valorar de forma más precisa la calidad funcional de la imagería motora.

Este planteamiento parte de la hipótesis de que los sujetos físicamente activos podrían presentar una mayor facilidad para representar mentalmente movimientos corporales, debido a su mayor exposición al control motor, al uso frecuente del esquema corporal en contextos dinámicos, y a

la posible mejora en la conectividad funcional de las áreas motoras y pre-motoras inducida por el ejercicio regular. Se espera, por tanto, que exista una correlación positiva entre el nivel de actividad física (medido mediante el cuestionario IPAQ) y las puntuaciones de facilidad imaginativa, especialmente en la modalidad visual, como sugiere la literatura previa.

Como objetivos específicos, el estudio se propuso:

- Cuantificar el nivel de actividad física de los participantes mediante un instrumento estandarizado (IPAQ).
- Evaluar la facilidad de generar imágenes motoras en modalidades visual y kinestésica, utilizando el cuestionario MIQ-R.
- Medir la isocronía entre ejecución real e imaginada de un gesto funcional (levantarse de una silla), como parámetro objetivo de calidad imaginativa.
- Determinar la existencia y magnitud de correlaciones entre el nivel de actividad física y la capacidad de imaginería en cada modalidad.
- Explorar posibles diferencias entre ítems del MIQ-R, para identificar si ciertos tipos de movimiento (más cotidianos o más complejos) están más asociados con el nivel de AF.
- Contribuir al diseño de futuras intervenciones clínicas y deportivas, proponiendo la imaginería motora como herramienta susceptible de ser influida por la actividad física habitual.

Este enfoque integral busca no solo establecer una posible asociación entre dos variables de interés (AF e IM), sino también proponer una vía de trabajo multidimensional que combine autoevaluación subjetiva y herramientas objetivas. El estudio contribuye así a la comprensión de cómo los hábitos de movimiento podrían influir en capacidades cognitivas aplicadas, con potencial utilidad en la práctica fisioterapéutica, el entrenamiento mental y la optimización del rendimiento funcional.

3. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se llevó a cabo un estudio observacional, descriptivo y transversal con enfoque correlacional, cuyo objetivo fue explorar la relación entre el nivel de actividad física y la capacidad de generar imágenes mentales en una muestra de población sana. La recogida de datos se realizó durante los meses de abril y mayo de 2020, en formato digital, debido a las restricciones sanitarias vigentes durante el periodo de la pandemia por COVID-19.

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 100 participantes voluntarios, distribuidos equitativamente por sexo (51 hombres y 49 mujeres), con edades comprendidas entre 19 y 55 años y una media de edad de 27,53 años. Los criterios de inclusión fueron: ser mayor de edad, no presentar patologías neurológicas o musculoesqueléticas en el momento del estudio, no estar bajo tratamiento farmacológico que pudiera interferir con el sistema nervioso central y haber firmado el consentimiento informado de manera digital. Se excluyeron aquellas personas con antecedentes de daño cerebral, trastornos del movimiento o dificultades cognitivas que impidieran comprender las instrucciones del protocolo.

Instrumentos de evaluación

Para la recogida de datos se emplearon tres instrumentos principales:

Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) – versión corta: Utilizado para cuantificar el nivel de actividad física semanal de los participantes en diferentes dominios (caminar, actividad moderada y vigorosa). Proporciona una estimación del gasto energético en METs-minutos/semana, y permite clasificar a los sujetos en tres niveles: bajo, moderado y alto.

Movement Imagery Questionnaire-Revised (MIQ-R) – versión española:

Cuestionario estandarizado que evalúa la facilidad para imaginar movimientos en dos modalidades: visual e interoceptiva o kinestésica. Consta de 8 ítems, alternando ambas modalidades, en los que se solicita al

participante que realice un movimiento sencillo y luego valore cuán fácil le resulta imaginarlo, en una escala Likert de 1 (muy difícil) a 7 (muy fácil).

Prueba de isocronía temporal

Se utilizó como medida objetiva complementaria de la calidad de la imaginación. Se solicitó a cada participante que realizara un gesto motor funcional (levantarse de una silla) mientras se cronometraba su ejecución. A continuación, debía imaginarse realizando exactamente el mismo gesto, sin moverse físicamente, indicando cuándo “empezaba” y “terminaba” la acción imaginada. Se registró el tiempo de ambos procesos con cronómetro manual. La isocronía se calculó como la diferencia absoluta en segundos entre ambos registros, interpretándose valores bajos como indicadores de mayor precisión en la simulación mental del movimiento.

Procedimiento

El protocolo completo fue difundido en formato digital mediante un formulario en línea. Tras aceptar las condiciones del estudio y completar el consentimiento informado, los participantes respondieron primero al cuestionario IPAQ, seguido del MIQ-R, y finalmente realizaron la prueba de isocronía guiados por instrucciones grabadas y ejemplos audiovisuales. El proceso total tuvo una duración aproximada de 15 a 20 minutos por persona.

Durante la prueba de isocronía, se proporcionaron instrucciones claras sobre cómo imaginar el movimiento en primera persona, evitando cualquier tipo de contracción muscular visible. La tarea fue autoguiada, pero con supervisión remota en tiempo real en una submuestra aleatoria para garantizar fiabilidad en la medición.

Análisis de datos

Los datos se analizaron con el software estadístico IBM SPSS Statistics 23.0. Se calcularon medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas, así como frecuencias absolutas y relativas para las cualitativas. La relación entre el nivel de actividad física (IPAQ) y la capacidad de generar imágenes mentales (MIQ-R) se examinó mediante correlaciones de Pearson, estableciendo un nivel de significación

estadística de $p < 0,05$ y un intervalo de confianza del 95%. Se aplicó también análisis exploratorio para evaluar la distribución de la isocronía y su posible asociación con las modalidades de imaginiería.

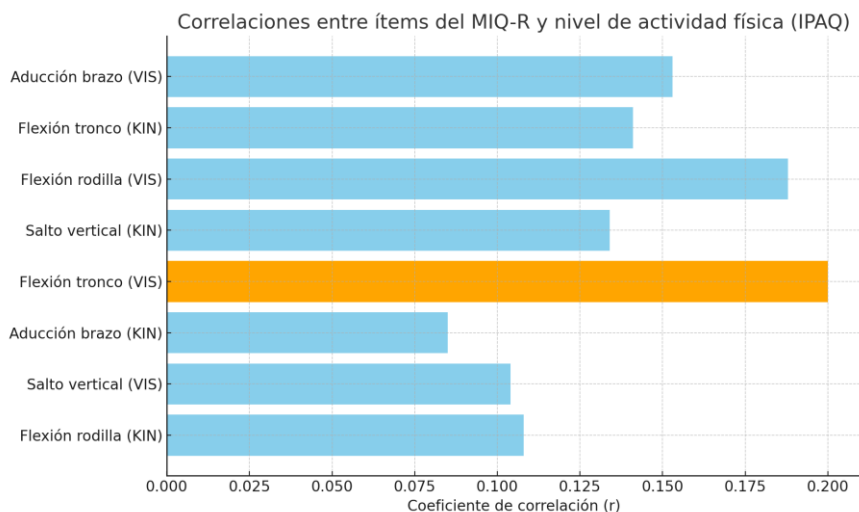
4. RESULTADOS

El análisis estadístico reveló una correlación positiva baja y estadísticamente significativa entre el nivel de actividad física, evaluado mediante el cuestionario IPAQ, y el ítem 4 del MIQ-R, correspondiente a la imaginiería visual del gesto de flexión del tronco ($r = 0,200$; $p = 0,047$). Este resultado sugiere que aquellas personas con niveles más altos de actividad física percibieron mayor facilidad para imaginar visualmente este tipo de movimiento funcional, común en tareas cotidianas y en muchos ejercicios físicos.

El resto de los ítems del cuestionario MIQ-R —tanto visuales como kinestésicos— no mostraron correlaciones significativas con el nivel de actividad física ($p > 0,05$). Aunque algunos ítems presentaron coeficientes positivos de baja magnitud (entre $r = 0,085$ y $r = 0,188$), no alcanzaron el umbral de significación estadística. Esto indica que no se observó una relación consistente ni global entre la actividad física autorreportada y la capacidad de generar imágenes motoras en términos generales, más allá del resultado puntual del ítem 4.

En relación con la prueba de isocronía, se obtuvo un valor medio de 0,401 segundos de diferencia entre la duración del movimiento real y el imaginado. Este resultado es indicativo de una buena calidad de imaginiería motora temporal, ya que se encuentra dentro del rango considerado adecuado en población adulta sana. La dispersión de los valores fue baja y no se detectaron outliers extremos, lo que sugiere homogeneidad en la ejecución de la tarea y coherencia en los registros autoguiados.

Además, no se observaron diferencias relevantes en la isocronía en función del sexo o del nivel de actividad física, aunque no se realizó un análisis estratificado en profundidad por grupos debido al tamaño muestral limitado. La incorporación de esta medida objetiva refuerza la validez interna del estudio, ya que apoya los resultados obtenidos mediante autoinforme, indicando que la mayoría de los participantes tenían una representación mental precisa de los movimientos ensayados.



5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio indican que la relación entre el nivel de actividad física (AF) y la capacidad de generar imágenes mentales no es uniforme ni generalizada, aunque se ha evidenciado una correlación significativa en un ítem específico del cuestionario MIQ-R, relacionado con la imaginiería visual de un gesto funcional —la flexión del tronco—. Este hallazgo sugiere que ciertos movimientos, por su frecuencia de uso en la vida diaria o en el ejercicio físico, podrían ser más fácilmente representados desde una perspectiva visual en personas activas.

Desde una perspectiva neurofisiológica, esta observación tiene sentido. La literatura ha demostrado que la imaginiería visual y kinestésica activan en parte circuitos comunes, pero también presentan diferencias en su organización cortical. Por ejemplo, la modalidad visual está más vinculada a áreas occipito-parietales y a la corteza premotora dorsal, mientras que la kinestésica involucra una mayor participación de regiones somatosensoriales y premotoras ventrales (Guillot et al., 2009; Lorey et al., 2011). La mayor facilidad para representar visualmente el gesto de flexión del tronco podría estar relacionada con la familiaridad visual externa de este movimiento, reforzada por la experiencia repetida en contextos físicos cotidianos o deportivos.

El hecho de que no se observaran correlaciones significativas en los ítems kinestésicos podría estar vinculado a la menor capacidad de percepción interoceptiva en la muestra, compuesta principalmente por población joven y no entrenada en técnicas específicas de percepción corporal (como el yoga, la meditación o el entrenamiento guiado en imaginación). La literatura indica que la imaginación kinestésica requiere un mayor grado de conciencia corporal y experiencia motora específica para desarrollarse adecuadamente (Di Rienzo et al., 2015; Guillot & Collet, 2005). Por tanto, la ausencia de relación entre AF y modalidad kinestésica podría deberse a la falta de desarrollo voluntario de esta habilidad en sujetos activos pero no especializados.

Otro aspecto relevante es la incorporación de la isocronía como medida objetiva complementaria. El resultado medio de 0,401 segundos de diferencia entre la ejecución real e imaginada indica que, en general, los participantes fueron capaces de simular mentalmente los movimientos con una precisión temporal aceptable. La isocronía ha sido considerada por diversos autores como un indicador indirecto de calidad de la imaginación, y se ha observado que mejora con la práctica física y mental (Decety & Jeannerod, 1995; Guillot et al., 2012). La concordancia entre una buena isocronía y los valores medios del MIQ-R refuerza la validez de los autoinformes, y sugiere que, aunque no haya correlaciones amplias con la AF, la muestra presentaba una capacidad imaginativa razonablemente competente.

La baja magnitud de las correlaciones observadas podría explicarse también por factores metodológicos. Por un lado, el uso de instrumentos de autoinforme como el MIQ-R, aunque ampliamente utilizado, puede estar limitado por sesgos subjetivos, y no discrimina entre la viveza de la imagen, su precisión temporal o su impacto funcional. Por otro lado, el IPAQ, aunque validado y práctico, no diferencia entre tipos de actividad física ni considera su especificidad motora. Actividades como la danza, el pilates o las artes marciales podrían estar más asociadas al desarrollo de la imaginación que ejercicios aeróbicos repetitivos.

En este sentido, se propone considerar en futuras investigaciones el uso de herramientas complementarias como el MIQ-3, que permite diferenciar entre imaginación visual interna, visual externa y kinestésica, y el

VMIQ-2, que valora la vividez de las imágenes mentales. Además, el TAMI (Test of Ability in Movement Imagery) podría aportar una evaluación objetiva del rendimiento imaginativo, superando las limitaciones del autoinforme.

Por último, cabe mencionar que este estudio se centró en una muestra joven, con buena salud y predominantemente activa, lo cual podría limitar la generalización de los resultados. Estudios previos han mostrado que el envejecimiento puede afectar selectivamente la imaginación kinestésica (Saimpont et al., 2009), por lo que sería recomendable replicar esta investigación en otras poblaciones como personas mayores, deportistas profesionales, pacientes con trastornos del movimiento o sujetos sedentarios.

6. CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio permiten concluir que no existe una relación global significativa entre el nivel de actividad física y la capacidad general de generar imágenes mentales, evaluada mediante el cuestionario MIQ-R. Sin embargo, se identificó una correlación positiva baja pero significativa con un componente visual específico, concretamente el ítem 4, que evalúa la facilidad para imaginar visualmente un gesto funcional de flexión del tronco. Este hallazgo sugiere que ciertas tareas motoras, por su familiaridad y recurrencia en contextos físicos cotidianos, podrían beneficiarse más de la práctica física a la hora de ser representadas mentalmente.

La inclusión de la isocronía como medida objetiva permitió respaldar la validez de las puntuaciones subjetivas del cuestionario, ya que se obtuvo una diferencia media de tiempo razonablemente baja entre la ejecución real e imaginada del gesto funcional. Esto indica que, en general, los participantes presentaban una buena capacidad de simulación temporal, lo que refuerza la pertinencia de emplear esta medida en futuras investigaciones como complemento al autoinforme.

El patrón de resultados también sugiere que la modalidad de imaginación (visual vs kinestésica) podría tener distinta sensibilidad a la influencia de la actividad física. Mientras que la imaginación visual puede estar más

asociada a la experiencia motora cotidiana y la exposición al movimiento, la imaginería kinestésica parece depender de factores más relacionados con la conciencia interoceptiva y el entrenamiento específico en percepción corporal. Esta diferenciación debería ser considerada en el diseño de programas de intervención o entrenamiento que utilicen la imaginería como herramienta terapéutica o de mejora del rendimiento.

Se recomienda continuar esta línea de investigación ampliando el enfoque metodológico. Específicamente, se propone:

- Incorporar medidas neurofisiológicas (como EEG o EMG) que permitan explorar la actividad cerebral y periférica durante las tareas de imaginería.
- Utilizar instrumentos más complejos o específicos, como el MIQ-3, el VMIQ-2 o el TAMI, que permitan discriminar entre modalidades, perspectiva y vividez de la imagen.
- Considerar muestras más diversas en cuanto a edad, nivel de actividad, historial deportivo y estado de salud, incluyendo poblaciones clínicas o mayores, donde la imaginería motora podría tener aplicaciones aún más relevantes.

En conjunto, este estudio aporta evidencia preliminar sobre la posible interacción entre el nivel de actividad física y ciertos aspectos de la capacidad imaginativa, abriendo la puerta a futuras investigaciones con enfoques más integradores, tanto desde la fisioterapia como desde la neurociencia cognitiva.

7. IMPLICACIONES PRÁCTICAS

Los hallazgos de este estudio tienen diversas implicaciones clínicas y aplicadas en campos como la fisioterapia neurológica y musculoesquelética, la psicología del deporte, la rehabilitación cognitiva y el entrenamiento motor guiado. La identificación de una posible relación entre la actividad física y la facilidad para generar imágenes motoras sugiere que la práctica regular de ejercicio podría actuar como facilitador de la imaginería, al menos en su modalidad visual. Este conocimiento resulta

de gran valor a la hora de diseñar programas de intervención basados en simulación mental del movimiento.

En el ámbito de la fisioterapia, la integración de técnicas de imaginería motora en protocolos de tratamiento puede ser especialmente útil en pacientes que presentan limitación funcional o dolor que impide una carga física inicial. En estos casos, el uso de imaginería guiada puede contribuir a mantener la activación de los circuitos motores y preservar el esquema corporal, favoreciendo la neuroplasticidad incluso antes de que se inicie la movilización activa. Esta estrategia ha demostrado beneficios en pacientes con accidente cerebrovascular, cirugía ortopédica, síndrome de dolor regional complejo y lesiones musculares.

Desde la perspectiva de la psicología del deporte y la preparación mental, estos resultados refuerzan el uso de la imaginería motora como técnica de entrenamiento cognitivo. La correlación positiva observada con un gesto visual funcional podría indicar que los sujetos físicamente activos desarrollan una mayor habilidad para representar visualmente movimientos familiares. Esto sugiere que incluir trabajo sistemático de imaginería puede no solo optimizar la ejecución técnica, sino también reducir la ansiedad precompetitiva, mejorar la toma de decisiones y reforzar el aprendizaje motor en contextos deportivos.

Además, las implicaciones se extienden al campo de la neurorehabilitación, donde la imaginería motora se utiliza como herramienta para mejorar la planificación motora, la coordinación interhemisférica y la conciencia del cuerpo en el espacio. En combinación con actividad física adaptada, la imaginería permite diseñar intervenciones progresivas, iniciando por la representación mental del gesto y evolucionando hacia su ejecución parcial o asistida, respetando los ritmos neurofisiológicos de recuperación del paciente.

Finalmente, estos resultados destacan la necesidad de personalizar el uso de la imaginería en función del perfil del paciente o deportista, su experiencia física previa, su modalidad predominante (visual o kinestésica), y su capacidad de control atencional. La evaluación previa mediante cuestionarios como el MIQ-R o el MIQ-3 puede facilitar esta adaptación individualizada. En este sentido, promover la actividad

física regular no solo tiene beneficios generales sobre la salud, sino que puede contribuir al entrenamiento mental y a la eficacia terapéutica de las intervenciones basadas en imágenes motoras.

8. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio abren múltiples vías para profundizar en el conocimiento de la relación entre actividad física e imaginación motora. Una de las principales recomendaciones es llevar a cabo estudios longitudinales que permitan observar los efectos de la práctica sistemática de ejercicio sobre la evolución de la capacidad imaginativa a lo largo del tiempo. Este enfoque permitiría determinar si el entrenamiento físico no solo correlaciona, sino que modifica de forma causal la calidad de la imaginación, especialmente en contextos de rehabilitación o preparación deportiva.

Asimismo, resulta de gran interés comparar distintos tipos de actividad física y su impacto específico sobre las distintas modalidades de imaginación (visual interna, visual externa y kinestésica). Actividades como el entrenamiento aeróbico, el entrenamiento de fuerza, el yoga, el pilates o las artes marciales difieren en su componente técnico, postural y atencional, lo que podría traducirse en efectos diferenciados sobre la viveza o precisión de las imágenes mentales generadas. Esta comparación también podría aportar conocimiento útil sobre qué prácticas físicas son más eficaces como herramientas de estimulación cognitiva y sensoriomotriz.

Otra línea de investigación prioritaria consiste en integrar medidas objetivas y neurofisiológicas, como la electroencefalografía (EEG), la electromiografía de superficie (EMG) o la resonancia magnética funcional (fMRI), que permitan validar de forma directa la activación cortical o muscular durante las tareas de imaginación. Estas técnicas aportarían una mayor robustez metodológica y permitirían estudiar no solo el rendimiento subjetivo, sino también los mecanismos neurales implicados, como la sincronización de redes motoras, la activación de áreas frontoparietales, o los cambios en la conectividad funcional.

Además, se sugiere incorporar nuevas herramientas de evaluación, como el MIQ-3, que permite discriminar entre diferentes perspectivas

visuales, o el TAMI (Test of Ability in Movement Imagery), que ofrece una medida objetiva del rendimiento en tareas de imaginería. Complementar los cuestionarios autoinformados con estas pruebas puede enriquecer la evaluación y reducir el sesgo asociado al juicio subjetivo.

Por último, sería valioso explorar estas relaciones en poblaciones clínicas o vulnerables, como personas mayores, pacientes con trastornos neurológicos, individuos con dolor crónico o personas con sedentarismo extremo. En estos grupos, la imaginería motora puede convertirse en una herramienta terapéutica de gran valor cuando la actividad física convencional no es viable o presenta riesgos. Investigar cómo adaptar las intervenciones en función de las capacidades imaginativas de cada paciente permitiría avanzar hacia un enfoque más personalizado e integral de la rehabilitación.

9. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los participantes por su colaboración voluntaria y responsable durante el estudio, así como al equipo docente y técnico de la Universidad La Salle por el apoyo logístico en la realización del proyecto.

10. REFERENCIAS

- Campos, H. M., & González, V. M. (2010). Versión española del cuestionario revisado de imagen del movimiento (MIQ-R). *Revista de Psicología del Deporte*, 19(2), 265–276.
- Craig, C. L., et al. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8), 1381–1395.
- Decety, J. (1996). The neurophysiological basis of motor imagery. *Behavioural Brain Research*, 77(1-2), 45–52.
- Decety, J., & Jeannerod, M. (1995). Mentally simulated movements in virtual reality: does Fitts's law hold in motor imagery?. *Behavioural Brain Research*, 72(1-2), 127–134.
- Di Rienzo, F., Blache, Y., Kanthack, T. F., Monteil, K., Collet, C., & Guillot, A. (2015). Short-term effects of integrated motor imagery practice on muscle activation and force performance. *Neuroscience*, 305, 146–152.
- Guillot, A., & Collet, C. (2005). Duration of mentally simulated movement: a review. *Journal of Motor Behavior*, 37(1), 10–20.
- Guillot, A., Di Rienzo, F., MacIntyre, T., Moran, A., & Collet, C. (2012). Imagining is not doing but involves specific motor commands: a review of experimental data related to motor inhibition. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 247.
- Lorey, B., Bischoff, M., Pilgramm, S., Stark, R., Vaitl, D., & Munzert, J. (2011). The embodied nature of motor imagery: the influence of posture and perspective. *Experimental Brain Research*, 203(4), 671–679.
- Saimpont, A., Malouin, F., Tousignant, B., & Jackson, P. (2009). Motor imagery and aging. *The Journals of Gerontology: Series B*, 64(5), 548–555.
- Figura 1. Correlaciones entre los ítems del MIQ-R y el nivel de actividad física (IPAQ). El ítem 4 (Flexión del tronco - visual) fue el único con correlación significativa.

11. ANEXOS

TABLA 1. *Coefficientes de correlación entre los ítems del MIQ-R y el nivel de actividad física (IPAQ). Solo el ítem 4 mostró significación estadística ($p < 0,05$).*

Ítem MIQ-R	Movimiento y modalidad	Coef. correlación (r)	Significativo ($p < 0.05$)
Ítem 1	Flexión rodilla (KIN)	0.108	No
Ítem 2	Salto vertical (VIS)	0.104	No
Ítem 3	Aducción brazo (KIN)	0.085	No
Ítem 4	Flexión tronco (VIS)	0.200	Sí
Ítem 5	Salto vertical (KIN)	0.134	No
Ítem 6	Flexión rodilla (VIS)	0.188	No
Ítem 7	Flexión tronco (KIN)	0.141	No
Ítem 8	Aducción brazo (VIS)	0.153	No

RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD FÍSICA Y MEMORIA A CORTO PLAZO EN ADULTOS JÓVENES ASINTOMÁTICOS: UN ESTUDIO TRANSVERSAL

FRANCISCO GURDIEL-ÁLVAREZ
CSEU La Salle - UAM

ALBA RAMOS-URBANOS
Clínica Physed

ROBERTO CANO-DE-LA-CUERDA
*Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional,
Rehabilitación y Medicina Física, URJC*

RAÚL FERRER-PEÑA
CSEU La Salle – UAM; CS Entrevías – GAAP Madrid

1. INTRODUCCIÓN

La actividad física (AF) se ha consolidado como una intervención no farmacológica con efectos beneficiosos sobre la salud cardiovascular, metabólica y mental. En las últimas dos décadas, el interés científico por su relación con la función cognitiva ha aumentado de forma considerable. Se ha descrito que el ejercicio regular mejora procesos como la atención, la velocidad de procesamiento, las funciones ejecutivas y distintos tipos de memoria (Erickson et al., 2019).

A nivel biológico, se han propuesto diversos mecanismos que explicarían esta relación, entre ellos el aumento del flujo sanguíneo cerebral, la liberación de factores neurotróficos como el BDNF (Brain Derived Neurotrophic Factor) y la modulación de la inflamación sistémica (Stillman et al., 2020).

1.1. MEMORIA A CORTO PLAZO Y SU RELEVANCIA

La memoria a corto plazo (MCP) permite retener una cantidad limitada de información durante unos segundos o minutos, siendo fundamental para tareas cotidianas como seguir instrucciones, razonar o tomar decisiones. Representa un componente esencial de la memoria de trabajo y está fuertemente implicada en el aprendizaje.

Alteraciones en la MCP pueden observarse no solo en patologías neurológicas, sino también en estados de fatiga, distracción o inactividad prolongada, lo que refuerza la importancia de comprender sus moduladores positivos, como el ejercicio físico.

1.2. EVIDENCIA PREVIA SOBRE EJERCICIO Y MEMORIA

La literatura ha documentado efectos positivos del ejercicio sobre la memoria en adultos mayores, especialmente en aquellos con deterioro cognitivo leve o demencia. Por ejemplo, el metaanálisis de Groot et al. (2016) concluyó que el ejercicio físico mejora de forma significativa la función cognitiva global en este tipo de poblaciones. Sin embargo, los estudios en adultos jóvenes sanos son más escasos, y sus resultados no siempre coinciden. Además, en muchos casos no se analizan las posibles diferencias por sexo.

1.3. DIMORFISMO SEXUAL EN LA FUNCIÓN COGNITIVA

Existen evidencias de que hombres y mujeres pueden emplear estrategias diferentes al realizar tareas de memoria verbal, y que algunas áreas cerebrales implicadas en estos procesos presentan activaciones distintas según el sexo (Andreano & Cahill, 2009). Esto podría influir en cómo responde cada grupo al efecto del ejercicio sobre la memoria, lo cual justifica la necesidad de realizar análisis estratificados.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Considerando este contexto, el presente estudio se propuso explorar la relación entre los niveles de actividad física y la memoria a corto plazo en una muestra de adultos jóvenes asintomáticos. Adicionalmente, se planteó analizar si esta relación se manifiesta de forma distinta en

hombres y mujeres, contribuyendo a cerrar una brecha en la literatura actual y abriendo líneas futuras de investigación con potencial aplicabilidad clínica.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO PRINCIPAL

- Explorar la relación entre los niveles de actividad física y la memoria a corto plazo en adultos jóvenes asintomáticos.

2.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Analizar si existen diferencias significativas en esta relación según el sexo.
- Identificar qué pruebas específicas del test RAVLT muestran mayor sensibilidad a la asociación con la actividad física.
- Describir el perfil de actividad física de la muestra mediante el cuestionario IPAQ-corto.

3. METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Se trata de un estudio observacional, transversal y de carácter descriptivo. La recogida de datos se llevó a cabo durante los meses de abril y mayo de 2020 mediante entrevistas individuales realizadas de forma online.

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 99 personas hispanohablantes, con edades comprendidas entre los 18 y los 75 años. Se aplicó un muestreo no probabilístico por bola de nieve. Se incluyeron sujetos asintomáticos, con capacidad para participar en entrevistas virtuales y responder de forma autónoma a los cuestionarios. Se excluyeron participantes con antecedentes neurológicos, diagnósticos psiquiátricos activos o traumatismos craneoencefálicos recientes.

Instrumentos

La actividad física se evaluó mediante el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) en su versión corta, validada para población española. Este cuestionario permite cuantificar el nivel de actividad física realizada durante los últimos siete días, diferenciando entre actividad vigorosa, moderada y caminata, e incluyendo además el tiempo en posición sedentaria. A partir de las respuestas, se calcula el gasto energético semanal en MET-minutos/semana. Con base en estos resultados, se clasificó a los participantes en tres niveles de actividad física: baja, moderada o alta, siguiendo los criterios establecidos por los autores del instrumento.

La memoria a corto plazo se valoró mediante el Test de Aprendizaje Verbal Auditivo de Rey (RAVLT), ampliamente utilizado en contextos clínicos y de investigación para la evaluación de la memoria verbal. Este test consiste en la lectura repetida de una lista de quince palabras (Lista A), seguida de una prueba de recuerdo inmediato tras cada lectura, y una prueba de recuerdo de una lista interferente (Lista B). Posteriormente se evalúa la evocación inmediata (prueba 6), la evocación diferida tras un intervalo temporal (prueba 7), y finalmente el reconocimiento de palabras (pruebas 8 a 10). Además, se calculó el índice de interferencia proactiva comparando el rendimiento entre la prueba 5 y la prueba 7. Esta batería permite analizar tanto el aprendizaje verbal como la consolidación y la recuperación de la información.

Procedimiento

La participación se inició con la difusión del estudio a través de redes sociales y correo electrónico institucional, invitando a la población general a participar de forma voluntaria. Las personas interesadas recibieron una hoja informativa digital y completaron un consentimiento informado mediante formulario online. Tras confirmar su disposición y cumplimiento de los criterios de inclusión, se programó una videollamada individual con cada participante. Durante esta entrevista estructurada, el investigador explicó las instrucciones generales y administró el cuestionario IPAQ-corto seguido del test RAVLT. La administración del RAVLT se realizó en condiciones controladas, siguiendo las

instrucciones originales del protocolo y con tiempos cronometrados para cada fase. En todos los casos, la entrevista fue realizada por el mismo investigador para asegurar la estandarización del procedimiento y minimizar sesgos de aplicación.

Tamaño Muestral

El cálculo del tamaño muestral se realizó mediante el software G*Power 3.1, asumiendo una correlación esperada de al menos $r = 0,30$, un nivel de confianza del 95 % ($\alpha = 0,05$) y una potencia estadística del 80 %. El resultado indicó un mínimo de 84 sujetos necesarios para detectar asociaciones significativas, por lo que la muestra final de 99 participantes fue adecuada para alcanzar los objetivos planteados.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el software IBM SPSS Statistics versión 27. Se llevó a cabo una depuración inicial de la base de datos para garantizar la consistencia y ausencia de valores extremos. Posteriormente se analizaron las correlaciones bivariadas entre el nivel total de actividad física (METs semanales) y las puntuaciones obtenidas en cada una de las pruebas del test RAVLT.

Se aplicaron coeficientes de correlación de Pearson, tanto en la muestra total como de forma estratificada por sexo. Además, se emplearon pruebas t de Student para muestras independientes con el objetivo de comparar los niveles de rendimiento cognitivo entre hombres y mujeres, así como posibles diferencias en la actividad física reportada.

El nivel de significación estadística se estableció en $p < 0,05$. Se interpretaron las correlaciones según los criterios de Cohen (1988): débil (r entre 0,10 y 0,29), moderada (r entre 0,30 y 0,49) y fuerte ($r \geq 0,50$).

4. RESULTADOS

La muestra estuvo compuesta por un total de 99 participantes, de los cuales 51 fueron hombres y 48 mujeres. La edad media fue de 27 años, con una distribución homogénea entre ambos sexos. En cuanto a los

niveles de actividad física reportados mediante el cuestionario IPAQ-corto, la mayoría de los sujetos se encontraban en los rangos de actividad moderada o alta, sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres, todas las variables cuantitativas están descritas en la Tabla 1.

TABLA 1. *Variables Cuantitativas*

	Hombres	Mujeres	Total (n=99)	Diferencia de medias	Intervalo de Confianza 95%	
Variable	Media±DT	Media±DT	Media±DT		inferior	superior
Edad	27,94 ± 9,07	27,10 ± 8,91	27,53 ± 8,956	0,83	-2,730	4,409
IMC*	24,50 ± 6,15	22,73 ± 4,98	23,63 ± 5,65	1,76	-0,461	3,991
IPAQ (METs / sem)	6897,65 ± 11017,29	4186,64 ± 4068,86	5583,22 ± 8468,96	2711,01	-642,35	6064,37
Prueba 1	6,76 ± 1,63	6,82 ± 2,12	6,79 ± 1,876	0,089	-0,800	0,697
Prueba 2	10,29 ± 1,90	10,41 ± 2,28	10,35 ± 2,086	0,787	-0,946	0,718
Prueba 3	11,76 ± 2,01	12,22 ± 2,05	11,99 ± 2,033	0,260	-1,265	0,346
Prueba 4	12,96 ± 1,64	13,53 ± 1,67	13,24 ± 1,670	0,088	-1,226	0,087
Prueba 5	13,59 ± 1,47	14,02 ± 1,38	13,80 ± 1,435	0,133	-0,998	0,133
Total 1-5	55,37± 6,70	57,00 ± 7,82	56,17 ± 7,278	0,267	-4,513	1,258
Prueba 6	7,20 ± 1,95	7,55 ± 2,34	7,37 ± 2,145	0,411	-1,208	0,498
Prueba 7	12,18 ± 2,00	13,27 ± 2,01	12,71 ± 2,066	0,008	-1,884	-0,294
Comparativa 5 y 7**	1,41 ± 1,58	0,76 ± 1,27	1,09 ± 1,464	0,024	0,088	1,226
Prueba 8	12,55 ± 1,98	13,35 ± 1,90	12,94 ± 1,974	0,043	-1,596	-0,027
Prueba 9	14,53 ± 2,01	14,73 ± 0,86	14,63 ± 1,555	0,512	-0,824	0,414
Prueba 10	6,35 ± 4,26	6,49 ± 4,64	6,42 ± 4,427	0,878	-1,906	1,633

*IMC= Índice de Masa Corporal; DT = Desviación Típica

** Los datos muestran la diferencia entre la prueba 5 y la prueba 7 tras una tarea distractora entre ambas (prueba 6). Fuente: elaboración propia

Al analizar la relación entre el nivel de actividad física total y el rendimiento en las distintas pruebas de la prueba RAVLT en la muestra completa, se observó una correlación positiva estadísticamente significativa en la prueba 6 ($r = 0,206$; $p = 0,041$), que evalúa la evocación inmediata posterior a la lista interferente. Las demás pruebas del RAVLT no mostraron asociaciones estadísticamente significativas con el nivel de actividad física en el conjunto de la muestra.

El análisis estratificado por sexo reveló una asociación más consistente en los varones. En este grupo, se hallaron correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre el nivel de actividad física y las puntuaciones en las pruebas 1 ($r = 0,390$; $p = 0,005$), 3 ($r = 0,308$; $p = 0,028$) y 6 ($r = 0,309$; $p = 0,027$) del RAVLT, lo que sugiere un vínculo entre mayor actividad física y mejor rendimiento en las fases iniciales de aprendizaje verbal y evocación inmediata. En las mujeres no se identificaron correlaciones estadísticamente significativas entre la actividad física y ninguna de las pruebas del test.

Por último, las comparaciones entre sexos en cuanto al rendimiento global en el RAVLT y los niveles de actividad física no mostraron diferencias estadísticamente significativas, lo que refuerza la hipótesis de una respuesta diferencial más que de una variación basal entre grupos. En conjunto, los datos sugieren una relación específica entre actividad física y rendimiento en memoria verbal inmediata, con mayor presencia en el grupo masculino. En relación con el primer objetivo, los resultados muestran que existe una asociación estadísticamente significativa entre el nivel de actividad física y el rendimiento en la prueba 6 del RAVLT en la muestra total ($r = 0,206$; $p = 0,041$), lo que sugiere una posible relación entre una mayor actividad física y una mejor evocación inmediata tras interferencia.

Respecto al segundo objetivo, el análisis por sexo reveló que esta asociación no es homogénea. En el grupo de hombres se observaron correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre el nivel de actividad física y el rendimiento en las pruebas 1 ($r = 0,390$; $p = 0,005$), 3 ($r = 0,308$; $p = 0,028$) y 6 ($r = 0,309$; $p = 0,027$), todas correspondientes a fases de aprendizaje inicial y evocación inmediata. Estos resultados indican que, en varones, una mayor actividad física se relaciona con un mejor desempeño en memoria verbal inmediata. En cambio, en el grupo de mujeres no se hallaron asociaciones estadísticamente significativas entre la actividad física y ninguna de las pruebas del RAVLT. Los datos de todas las correlaciones se presentan en la tabla 2.

TABLA 2. *Tabla de correlaciones de Pearson entre las variables del RAVLT y el IPAQ*

	Hombres (n=51)	Mujeres (n=48)	Total (n=99)
Variable			
Prueba 1	0,390**	-0,113	0,194
Prueba 2	0,130	-0,026	0,070
Prueba 3	0,308*	-0,148	0,149
Prueba 4	0,271	-0,175	0,110
Prueba 5	-0,066	-0,198	-0,112
Total 1-5	0,276	-0,150	0,115
Prueba 6	0,309*	0,102	0,206*
Prueba 7	-0,028	-0,068	-0,075
Comparativa Pruebas 5 y 7***	-0,026	-0,108	-0,005
Prueba 8	0,130	-0,051	0,043
Prueba 9	0,022	0,090	0,020
Prueba 10	0,032	0,178	0,061

*La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral)

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

*** Los datos muestran la diferencia entre la prueba 5 y la prueba 7 tras una tarea distractora entre ambas (prueba 6).

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, el análisis de diferencias entre sexos en las puntuaciones del RAVLT y en los niveles de actividad física no mostró diferencias estadísticamente significativas, lo que sugiere que los efectos observados no se deben a diferencias de base entre los grupos, sino a una posible diferencia en la sensibilidad cognitiva asociada a la actividad física.

5. DISCUSIÓN

Los hallazgos obtenidos en este estudio apoyan la existencia de una relación entre la actividad física y el rendimiento en memoria verbal inmediata en población adulta joven y asintomática. En concreto, se observó una correlación estadísticamente significativa entre el nivel de actividad física y la evocación tras interferencia verbal, lo que coincide con los postulados de trabajos previos que sugieren que el ejercicio regular actúa como modulador positivo de procesos cognitivos básicos, entre ellos la codificación y recuperación de información verbal.

En este sentido, diversos metaanálisis han documentado los beneficios del ejercicio físico sobre la función cognitiva, especialmente en adultos mayores o en población con deterioro cognitivo leve (Groot et al., 2016; Northey et al., 2018). Sin embargo, la evidencia en población joven sana sigue siendo limitada. El presente estudio contribuye a esta línea de investigación mostrando que incluso en personas sin alteraciones cognitivas, los niveles de actividad física pueden asociarse a un mejor desempeño en pruebas de memoria verbal inmediata.

Los mecanismos implicados en esta relación podrían estar mediados por un aumento en la neuroplasticidad, la perfusión cerebral y la liberación de neurotrofinas como el BDNF, como han demostrado Erickson et al. (2019) y Stillman et al. (2020). Aunque el presente diseño transversal no permite establecer causalidad, los datos se alinean con la hipótesis de que la actividad física facilita el rendimiento cognitivo, probablemente a través de la potenciación de las funciones de atención sostenida, codificación y consolidación temprana.

El hecho de que las asociaciones encontradas se hayan limitado a ciertas fases del RAVLT, especialmente las de evocación inmediata, es coherente con trabajos previos que identifican un efecto más marcado del ejercicio en tareas que requieren esfuerzo atencional y memoria operativa (Chang et al., 2012).

Por otro lado, la presencia de una asociación más consistente en hombres que en mujeres introduce una dimensión de interés en torno al posible papel moderador del sexo en la relación entre actividad física y función cognitiva. Estudios previos han señalado diferencias en la activación de regiones cerebrales relacionadas con la memoria verbal entre hombres y mujeres (Andreano y Cahill, 2009), así como en el uso de estrategias de codificación. Aunque en este estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en los niveles de actividad física, sí se observaron correlaciones específicas solo en el grupo masculino, lo que sugiere una mayor sensibilidad de este subgrupo a los efectos del ejercicio sobre la memoria.

La ausencia de asociaciones significativas en el grupo femenino no debe interpretarse como una falta de beneficio, sino como una posible

expresión de mecanismos compensatorios diferentes o de una menor sensibilidad de las pruebas empleadas para captar los efectos del ejercicio en este grupo. Estas diferencias podrían tener implicaciones tanto en el diseño de futuras investigaciones como en la personalización de intervenciones basadas en ejercicio físico con fines cognitivos.

Entre las limitaciones de este estudio se encuentra el diseño transversal, que impide establecer relaciones causales. Asimismo, el uso de un cuestionario de autoinforme para medir la actividad física puede introducir sesgos de memoria o deseabilidad social. La administración online de las pruebas, aunque estandarizada, pudo estar influida por factores ambientales no controlados. Por último, el perfil relativamente homogéneo y joven de la muestra limita la generalización de los hallazgos a otras franjas etarias o contextos clínicos.

A pesar de estas limitaciones, los resultados obtenidos refuerzan la importancia de fomentar hábitos activos desde edades tempranas, no solo como estrategia de salud física sino también cognitiva. Estudios longitudinales con muestras más amplias y representativas, y con medidas objetivas de actividad física, serán necesarios para profundizar en la comprensión de esta relación y su posible aplicación clínica.

6. CONCLUSIONES

Este estudio muestra que existe una relación estadísticamente significativa entre el nivel de actividad física y el rendimiento en tareas de memoria verbal inmediata en adultos jóvenes asintomáticos. Esta asociación es más evidente en hombres, lo que sugiere posibles diferencias en la respuesta cognitiva al ejercicio según el sexo. Aunque no se hallaron asociaciones consistentes en mujeres, esto no implica una ausencia de efecto, sino que podría reflejar diferencias en la sensibilidad o en los mecanismos implicados. Estos resultados apoyan el valor del ejercicio físico como posible modulador cognitivo, incluso en población sana, y refuerzan la necesidad de seguir investigando su aplicación en programas de prevención y promoción de la salud cognitiva.

8. REFERENCIAS

- Andreano, J. M., & Cahill, L. (2009). Sex influences on the neurobiology of learning and memory. *Learning & Memory*, 16(4), 248–266. <https://doi.org/10.1101/lm.918309>
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. *Brain Research*, 1453, 87–101. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.02.068>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Erickson, K. I., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2019). Physical activity, brain, and cognition. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 29, 43–49. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2019.04.009>
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149–1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Groot, C., Hooghiemstra, A. M., Raijmakers, P. G., van Berckel, B. N., Scheltens, P., Scherder, E. J., & Ossenkoppele, R. (2016). The effect of physical activity on cognitive function in patients with dementia: A meta-analysis of randomized control trials. *Ageing Research Reviews*, 25, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.11.005>
- Northey, J. M., Cherbuin, N., Pampa, K. L., Smee, D. J., & Rattray, B. (2018). Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(3), 154–160. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096587>
- Stillman, C. M., Cohen, J., Lehman, M. E., & Erickson, K. I. (2020). Mediators of physical activity on neurocognitive function: A review at multiple levels of analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 62. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00062>

LA CALIDAD DE MOVIMIENTO COMO INDICADOR FUNCIONAL Y SU RELACIÓN CON LA SALUD POSITIVA: UNA EXPERIENCIA EDUCATIVA APLICADA

UNAI AZCÁRATE JIMÉNEZ

Profesor ayudante Doctor Universidad pública de Navarra

ROBERTO RAMÍREZ DOMÍNGUEZ

C.I.P. ETI Tudela

*Profesor asociado. Facultad de Educación de Soria
Universidad de Valladolid*

1. INTRODUCCIÓN: CALIDAD DE MOVIMIENTO COMO INDICADOR FUNCIONAL Y SU RELACIÓN CON LA SALUD

La evaluación de la funcionalidad física ha adquirido una importancia creciente en entornos clínicos, educativos y deportivos (Chiner et al., 2020). Este tipo de evaluación es esencial para detectar déficits de movimiento, mejorar las estrategias de prevención de lesiones y promover un envejecimiento activo y saludable (Chiner et al., 2020). Las pruebas funcionales que utilizan puntos de control se han convertido en herramientas clave para evaluar la calidad del movimiento en este contexto (Rudd et al., 2020). El modelo de Salud Positiva, por otro lado, ofrece una nueva perspectiva de la salud como la capacidad de adaptación y autogestión en diferentes áreas de la vida. Este enfoque integral complementa el modelo biomédico tradicional al incorporar dimensiones como el sentido de propósito en la vida, el bienestar emocional y la calidad de las relaciones sociales (Skjærven et al., 2004).

Este capítulo explora la relación entre la calidad del movimiento, evaluada mediante puntos de control, y las seis dimensiones de la Salud Positiva. Se ha desarrollado desde una perspectiva educativa aplicada, involucrando a estudiantes de Formación Profesional en la evaluación de poblaciones reales, generando así un aprendizaje significativo y

socialmente comprometido (Dudley et al., 2022; Houser y Kriellaars, 2023). Las habilidades motoras fundamentales, que incluyen actividades como el entrenamiento de resistencia, las brazadas de natación y el ciclismo, son patrones orientados a objetivos que afectan significativamente la capacidad de una persona para la actividad física (Hulteen et al., 2018). Estas habilidades son la piedra angular de un estilo de vida activo y se desarrollan en la primera infancia (Cools et al., 2009). Cada vez es más aceptado que el desarrollo de las habilidades motoras de los niños es esencial para fomentar la participación en la actividad física y el deporte a lo largo de la vida.

1.1. LA EVALUACIÓN FUNCIONAL MEDIANTE CHECKPOINTS COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA

La evaluación funcional mediante checkpoints se ha consolidado como una herramienta educativa eficaz para analizar la calidad del movimiento a través de patrones motores fundamentales. Estos puntos de control permiten realizar observaciones sistemáticas que facilitan la identificación de aspectos como la fluidez, la estabilidad, el control postural y la coordinación durante la ejecución motora (Valoración Funcional. Test Globales - QualisMotus. 2025).

Integrar este tipo de instrumentos en entornos educativos, como la Formación Profesional, aporta un valor doble: por un lado, el alumnado adquiere competencias prácticas en situaciones reales; por otro, las personas evaluadas reciben información diagnóstica clara y personalizada sobre su funcionalidad motriz. Este enfoque se alinea con la importancia de que las evaluaciones funcionales reflejen una secuencia lógica de habilidades y proporcionen datos útiles tanto para la planificación curricular como para el aprendizaje individualizado (Libretexts 2021b).

Además, la aplicación de la evaluación funcional a distintos colectivos, desde infantil hasta sénior, favorece la creación de proyectos intergeneracionales que potencian el aprendizaje experiencial y el compromiso social del alumnado (Libretexts 2021b; Valoración Funcional. Test Globales - QualisMotus. 2025).

1.2. POSITIVE HEALTH: UNA MIRADA INTEGRAL A LA SALUD PERSONAL

El modelo de Positive Health, desarrollado por Machteld Huber y colaboradores, representa una evolución significativa en la manera en que entendemos y abordamos la salud personal. Tradicionalmente, la salud ha sido definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como “un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”. Sin embargo, esta definición ha sido criticada por su carácter estático y poco realista en el contexto de la vida moderna, donde la adaptación y la resiliencia juegan un papel fundamental (Huber et al., 2011).

En respuesta a estas limitaciones, el concepto de Positive Health propone una visión dinámica, centrada en la capacidad de las personas para adaptarse y autogestionarse frente a los desafíos físicos, emocionales y sociales. Este modelo se articula en torno a seis dimensiones interrelacionadas: funcionamiento corporal, bienestar emocional, sentido de la vida, calidad de vida, participación social e ilusión por el día a día (Huber et al., 2016). Cada una de estas dimensiones permite abordar la salud desde una perspectiva holística, reconociendo que factores como la motivación, el propósito vital y la interacción social son tan relevantes como los indicadores biomédicos tradicionales.

Una de las principales fortalezas del enfoque Positive Health es su aplicabilidad práctica mediante herramientas de evaluación específicas, como cuestionarios validados que exploran cada una de las seis dimensiones. Estos instrumentos permiten identificar aspectos de la salud que pueden pasar desapercibidos en evaluaciones físicas convencionales, como el nivel de satisfacción personal, la percepción de apoyo social o el sentido de propósito, todos ellos factores que influyen de manera decisiva en la calidad de vida y el bienestar general (van Vliet et al., 2021).

Integrar el modelo Positive Health en el ámbito educativo, sanitario o comunitario abre la puerta a intervenciones más personalizadas y efectivas. Por ejemplo, en la Formación Profesional o en proyectos intergeneracionales, la combinación de Positive Health con herramientas de evaluación funcional, como los checkpoints de movimiento, permite obtener una visión mucho más rica y matizada de la condición de cada persona. Así, no solo se detectan posibles limitaciones físicas, sino

también barreras emocionales o sociales que pueden influir en la funcionalidad y la participación activa en la vida cotidiana (Huber et al., 2016).

Además, este enfoque integral facilita la promoción de la salud como un proceso continuo de aprendizaje y adaptación, en el que las personas se convierten en agentes activos de su propio bienestar. La evidencia científica respalda que intervenciones basadas en Positive Health pueden mejorar la autopercepción de salud, la resiliencia y la satisfacción vital, especialmente en contextos de vulnerabilidad o enfermedad crónica (Huber et al., 2016; van Vliet et al., 2021).

En conclusión, Positive Health supone un cambio de paradigma en la promoción y evaluación de la salud, al considerar no sólo los aspectos físicos, sino también los emocionales, sociales y existenciales. Su integración con otras herramientas de evaluación, como los checkpoints funcionales, permite diseñar programas de intervención más completos, centrados en la persona y orientados a mejorar la calidad de vida desde una perspectiva verdaderamente holística.

2. OBJETIVOS

El presente proyecto nace de la necesidad de conectar los procesos de evaluación funcional con un enfoque más amplio e integrador de la salud, representado por el modelo de Positive Health. A través de esta propuesta, desde el Centro Integrado Politécnico ETI de Tudela, y más concretamente desde la familia profesional de actividades físico-deportivas, se ha llevado a cabo el proyecto de innovación “POSITIVE HEALTH” inspirado en el aprendizaje colaborativo basado en proyectos y más concretamente con el modelo KIMUA (Navarra, 2019). De este modo, se pretende dotar al alumnado de una experiencia práctica en contextos reales, fomentando una formación basada en la observación crítica, el análisis de datos y la intervención personalizada. Este enfoque educativo y profesional permite valorar no solo el estado físico de diferentes colectivos, sino también sus dimensiones emocionales y psicosociales, fortaleciendo así la formación del futuro profesional del ámbito de la actividad física y la salud.

2.1. OBJETIVOS PRINCIPALES

- Analizar la posible correlación entre la funcionalidad física (medida mediante checkpoints) y las seis dimensiones del modelo Positive Health.
- Valorar la aplicabilidad y beneficios del aprendizaje práctico en contextos reales para el alumnado de Formación Profesional.
- Observar diferencias en la percepción de salud positiva entre personas con diferentes niveles de calidad de movimiento.
- Reforzar el enfoque holístico en la evaluación física, integrando tanto indicadores objetivos como subjetivos del bienestar.
- Fomentar competencias técnicas, comunicativas y sociales en el alumnado a través de experiencias intergeneracionales de evaluación.

3. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO

La redacción del presente capítulo ha tenido como base el proyecto de innovación docente denominado “POSITIVE HEALTH”.

Para el diseño del proyecto se han seguido las indicaciones del programa KIMUA (cuyo significado es brote) las que son marcadas por el departamento de educación de Navarra en forma de rueda (Navarra, 2019) y el programa POSITIVE HEALTH que lleva a cabo Países Bajos dentro de su proyecto educativo estatal, ambas iniciativas facilitan enormemente que el proyecto que se presenta aquí llegue a buen fin.

El estudio consistió en un proyecto de intervención formativa llevado a cabo con estudiantes de segundo curso del Grado Superior en Acondicionamiento Físico. El objetivo principal fue que el alumnado aplicara pruebas funcionales y cuestionarios de salud integral a dos colectivos diferenciados: por un lado, niños y niñas de 5º de Primaria del CEIP Monte San Julián; por otro, personas mayores pertenecientes a una asociación de jubilados.

La intervención se estructuró en varias fases. En primer lugar, el alumnado recibió formación específica sobre la administración de test

funcionales y sobre el uso de cuestionarios relacionados con la salud integral. Posteriormente, los estudiantes organizaron sesiones prácticas en las que evaluaron a los participantes de ambos colectivos.

Para la evaluación funcional, se emplearon checkpoints diseñados para valorar criterios básicos de movimiento: movilidad, coordinación, equilibrio y control postural. Cada uno de estos aspectos fue puntuado en una escala de 0 a 8 puntos, permitiendo obtener un perfil funcional individualizado de cada participante. Esta metodología facilita la comparación de resultados entre los distintos grupos de edad y la identificación de áreas de mejora o riesgo funcional, siguiendo el enfoque de estudios descriptivos previos en valoración funcional.

De forma paralela, se aplicaron cuestionarios basados en el modelo Positive Health, que evalúan seis dimensiones de la salud: bienestar emocional, funcionamiento corporal, participación social, calidad de vida, sentido de la vida e ilusión por el día. Estos cuestionarios, adaptados a la edad de los participantes, se administraron en formato papel o digital, según las necesidades del grupo. La recogida de datos incluyó también información sociodemográfica básica para contextualizar los resultados.

El diseño del estudio es de tipo descriptivo y transversal, ya que se recoge información en un momento determinado sin manipulación de variables independientes, permitiendo caracterizar el estado funcional y de salud integral de los participantes en ambos colectivos. La información obtenida se analizó mediante estadística descriptiva (medias, desviaciones estándar, frecuencias y porcentajes), facilitando la elaboración de perfiles funcionales y de salud para cada grupo de edad.

Finalmente, los resultados fueron presentados y discutidos en sesiones de retroalimentación, tanto para el alumnado como para los propios participantes y sus familias, con el objetivo de fomentar la conciencia sobre la importancia de la funcionalidad y el bienestar integral en todas las etapas de la vida.

3.2. PARTICIPANTES

El estudio contó con la participación de tres grupos diferenciados, seleccionados por conveniencia en función de los objetivos del proyecto y la viabilidad de acceso a los colectivos:

3.2.1. Alumnado de Formación Profesional

El primer grupo estuvo compuesto por estudiantes de segundo curso del Grado Superior de Acondicionamiento Físico del CIP ETI de Tudela. En total, participaron 11 alumnos y alumnas, con edades comprendidas entre los 19 y los 23 años. Estos estudiantes recibieron formación específica previa sobre la administración de los test funcionales y la aplicación de los cuestionarios Positive Health, y fueron los encargados de llevar a cabo la evaluación de los otros dos colectivos bajo la supervisión del profesorado.

3.2.2. Niños y niñas de Educación Primaria

El segundo grupo de participantes estuvo formado por 18 escolares de 5º de Primaria del CEIP Monte San Julián, con edades comprendidas entre los 10 y 11 años. La selección se realizó en colaboración con el equipo docente del centro, garantizando la inclusión de alumnos sin discapacidades motoras diagnosticadas y con autorización expresa de sus familias mediante consentimiento informado. Este grupo permitió valorar el estado funcional y de salud integral en población infantil dentro de un entorno escolar.

3.2.3. Personas mayores

El tercer grupo lo integraron 17 personas mayores pertenecientes a una asociación local de jubilados. La edad de los participantes osciló entre los 65 y los 80 años. Los criterios de inclusión establecieron que los participantes debían ser autónomos para las actividades básicas de la vida diaria y no presentar patologías neuromusculares graves que impidieran la realización de las pruebas. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado antes de iniciar el estudio.

3.2.4. Consideraciones éticas y representatividad

En todos los casos, se garantizó la confidencialidad de los datos y el respeto a los principios éticos de la investigación, siguiendo las directrices del comité ético del centro coordinador. La muestra, aunque no probabilística, fue suficiente para permitir la comparación de perfiles

funcionales y de salud integral entre los diferentes grupos etarios, y facilitó la puesta en práctica de la intervención formativa en un entorno real y diverso.

3.3. INSTRUMENTOS

La elección y aplicación de instrumentos de evaluación adecuados resultó fundamental para el desarrollo de este estudio, cuyo objetivo fue analizar la relación entre la funcionalidad motriz y el estado de salud integral en poblaciones infantil y sénior. Para ello, se emplearon dos tipos principales de herramientas: los test funcionales con checkpoints y los cuestionarios de valoración de las dimensiones del modelo Positive Health.

3.3.1. Test funcionales con checkpoints

Los test funcionales constituyen una metodología ampliamente reconocida en la valoración de la condición física, tanto en contextos clínicos como educativos y deportivos. En este proyecto, se diseñaron y aplicaron pruebas basadas en “checkpoints positivos”, es decir, criterios observacionales que permiten analizar de manera sistemática la ejecución de patrones motores básicos. Los checkpoints evaluaron aspectos clave de la funcionalidad, como la movilidad articular, el equilibrio, la coordinación y el control postural, proporcionando una puntuación global para cada participante.

Cada checkpoint se calificó en una escala de 0 a 8 puntos, donde una puntuación baja (0-4) reflejaba limitaciones funcionales y una puntuación alta (5-8) indicaba un desempeño óptimo. Este sistema permitió identificar áreas de mejora y comparar los perfiles funcionales entre los diferentes grupos de edad.

La administración de los test fue realizada por el alumnado de 2º curso del Grado Superior en Acondicionamiento Físico, quienes recibieron formación específica previa para garantizar la fiabilidad de las observaciones y la homogeneidad en los criterios de puntuación.

3.3.2. Cuestionarios Positive Health

Para complementar la evaluación funcional, se empleó un cuestionario adaptado del modelo Positive Health (Huber et al., 2016), que valora

seis dimensiones de la salud: bienestar emocional, funcionamiento corporal, participación social, calidad de vida, sentido de la vida e ilusión por el día. Cada dimensión se evaluó mediante preguntas específicas con escala Likert, adaptadas al nivel de comprensión de los participantes (tanto en población infantil como sénior).

Estos cuestionarios permitieron recoger información sobre la percepción subjetiva de salud y bienestar, aspectos que no siempre se reflejan en las pruebas físicas objetivas. La combinación de ambas herramientas facilitó una evaluación integral, permitiendo analizar la posible asociación entre la funcionalidad motriz y el estado de salud global.

3.3.3. Procedimiento de administración

Las pruebas y cuestionarios fueron administrados en sesiones organizadas en los centros colaboradores: el CEIP Monte San Julián para el grupo infantil (18 participantes) y la Asociación de Pensionistas de la Ribera y el centro de día de Tudela para el grupo sénior (17 participantes). El alumnado aplicó los instrumentos bajo la supervisión del profesorado, asegurando el cumplimiento de los protocolos y la confidencialidad de los datos recogidos.

3.4 PROPUESTA EDUCATIVA

La propuesta educativa con el alumnado de 2º curso de Grado Superior de Acondicionamiento Físico comenzó a mediados de septiembre de 2024 y finalizó a mediados de mayo de 2025, lo cual supuso la utilización de un curso lectivo para implantarlo con el alumnado.

El objetivo educativo del proyecto fue que los estudiantes pudieran aplicar, en un contexto real, los conocimientos adquiridos sobre evaluación funcional y salud integral, utilizando herramientas actuales y metodologías innovadoras.

El proyecto se centró en la aplicación de test funcionales basados en checkpoints, que permiten valorar de forma objetiva y estructurada la condición física de diferentes poblaciones. Estos test, administrados por el propio alumnado, recogieron información relevante sobre la movilidad, el equilibrio y la coordinación de los participantes. Paralelamente,

se emplearon cuestionarios adaptados del modelo Positive Health, que evalúan seis dimensiones clave de la salud: bienestar emocional, funcionamiento corporal, participación social, calidad de vida, sentido de la vida e ilusión por el día.

La intervención se llevó a cabo en dos contextos diferenciados: por un lado, con un grupo de niños y niñas de 5º de Primaria del CEIP Monte San Julián; por otro, con personas mayores pertenecientes a la Asociación de Pensionistas de la Ribera y usuarios del centro de día de Tudela. En ambos casos, el alumnado fue responsable tanto de la administración de las pruebas como de la recogida y el análisis de los datos.

A lo largo del proyecto, los estudiantes trabajaron en equipo, organizándose en pequeños grupos para planificar las sesiones, preparar los materiales necesarios y coordinar la logística de las evaluaciones. El profesorado supervisó y acompañó el proceso, asegurando el rigor metodológico y el cumplimiento de los principios éticos.

Tras la aplicación de las pruebas y cuestionarios, el alumnado procesó los datos recogidos y realizó un análisis estadístico básico, utilizando el software SPSS. Este análisis permitió comparar los resultados entre los distintos grupos de edad y explorar la posible relación entre la funcionalidad física (según los checkpoints) y las dimensiones de la salud integral evaluadas mediante Positive Health.

Finalmente, los resultados fueron compartidos tanto con los propios participantes como con la comunidad educativa, promoviendo la reflexión sobre la importancia de una evaluación holística y personalizada de la condición física y el bienestar. Además, el alumnado tuvo la oportunidad de presentar propuestas de mejora y recomendaciones para futuras intervenciones, consolidando así un aprendizaje significativo y orientado a la práctica profesional.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El programa SPSS, versión 22.0, se utilizó para el estudio de datos. En un principio, el análisis estadístico descriptivo se aplicó para resumir los resultados de los test funcionales con checkpoints y los cuestionarios Positive Health. A continuación, se utilizó la U de Mann-Whitney

para realizar el contraste de las dimensiones sanitarias entre los grupos. Así, se pudo observar si había alguna diferencia significativa entre dichas dimensiones y si existían correlaciones con la función física o alguna de sus dimensiones en función de los grupos creados por el nivel de funcionalidad definido. $p < 0.05$.

4. RESULTADOS

A continuación, se presentan los principales hallazgos del estudio, organizados mediante tablas y gráficos para facilitar la comprensión y comparación de los datos entre los dos colectivos evaluados: alumnado de 5º de Primaria y personas mayores.

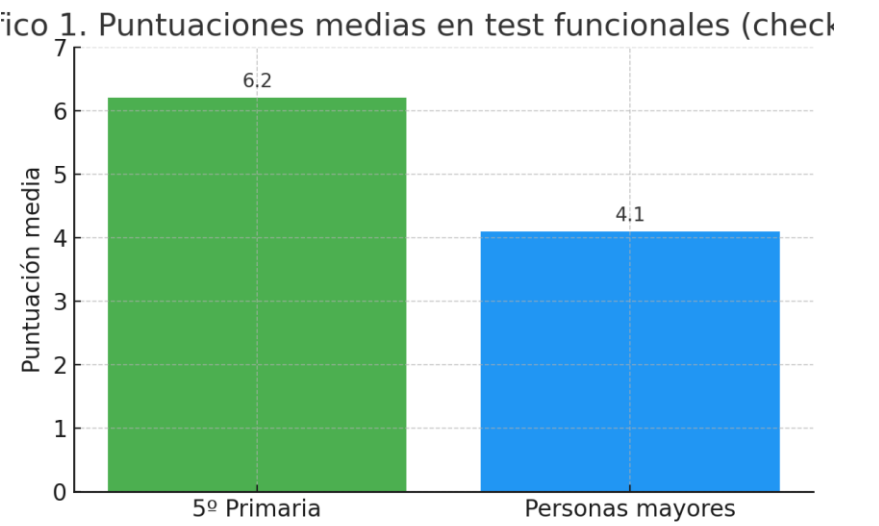
TABLA 1. *Puntuaciones medias en test funcionales con checkpoints por grupo.*

Grupo	N	Media $\pm$ DT	Min	Max
5º Primaria	18	6.2 $\pm$ 1.1	4	8
Personas Mayores	17	4.1 $\pm$ 1.3	2	7

TABLA 2. *Medias y desviaciones estándar en las dimensiones de Positive Health por grupo*

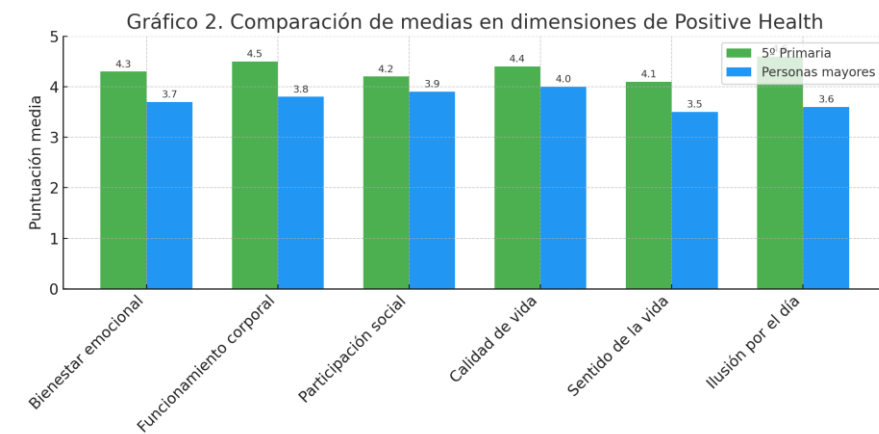
Dimensión	5º de Primaria	Personas mayores
Bienestar emocional	4.3 $\pm$ 0.5	3.7 $\pm$ 0.7
Funcionamiento corporal	4.5 $\pm$ 0.4	3.8 $\pm$ 0.6
Participación social	4.2 $\pm$ 0.6	3.9 $\pm$ 0.5
Calidad de vida	4.4 $\pm$ 0.5	4.0 $\pm$ 0.6
Sentido de la vida	4.1 $\pm$ 0.7	3.5 $\pm$ 0.8
Ilusión por el día	4.6 $\pm$ 0.4	3.6 $\pm$ 0.7

GRÁFICO 1. Puntuaciones medias en test funcionales (checkpoints) según grupo etario



Comparación entre alumnado de 5º de Primaria y personas mayores evaluadas mediante un sistema de checkpoints. El eje Y representa la puntuación media obtenida sobre una escala de 0 a 8.

GRÁFICO 2. Comparación de medias en dimensiones de Positive Health entre grupos



Representación gráfica de las puntuaciones medias en las seis dimensiones del modelo Positive Health. Se comparan los resultados entre alumnado de 5º de Primaria y personas mayores. Cada dimensión incluye dos barras correspondientes a los grupos evaluados.

Las tablas y gráficos muestran que el alumnado de 5º de Primaria obtuvo, en general, puntuaciones más altas tanto en los test funcionales como en las dimensiones de Positive Health, en comparación con las personas mayores. Las diferencias se aprecian especialmente en las dimensiones de funcionamiento corporal, sentido de la vida e ilusión por el día.

La presentación conjunta de los resultados mediante tablas y gráficos facilita la identificación de tendencias y diferencias entre grupos, permitiendo una interpretación más visual y comprensible de los datos recogidos

Los resultados muestran que el alumnado de 5º de Primaria presenta mayores niveles de funcionalidad física y puntuaciones más altas en las dimensiones de salud integral en comparación con las personas mayores. Estas diferencias son especialmente notables en aspectos como el funcionamiento corporal, el sentido de la vida y la ilusión por el día. Los hallazgos subrayan la importancia de realizar evaluaciones integrales y adaptadas a cada etapa vital, así como de promover intervenciones que favorezcan tanto la funcionalidad física como el bienestar emocional y social en todos los grupos de edad.

IMAGEN 7. *Power Point presentación POSITIVE HEALTH*



Fuente: Elaboración propia

5. DISCUSIÓN

A día de hoy, la sociedad en general está haciendo frente a una de las mayores pandemias a las que nos enfrentamos, esta es la obesidad y el sedentarismo.

La relación entre la realización de actividad física y gozar de una buena salud emocional ha sido ampliamente descrito (Arrieta. y otros. 2018). En concreto, los resultados obtenidos en este estudio refuerzan la importancia de la evaluación integral de la condición física y la salud emocional en diferentes etapas de la vida, especialmente al comparar grupos tan contrastados como la infancia y la vejez. La utilización combinada de test funcionales con checkpoints y cuestionarios basados en el modelo Positive Health ha permitido no solo identificar diferencias objetivas en la funcionalidad motriz, sino también explorar cómo estas diferencias se relacionan con dimensiones subjetivas del bienestar.

En primer lugar, la mayor puntuación obtenida por el alumnado de 5º de Primaria en los test funcionales era esperable, dado el declive fisiológico asociado al envejecimiento que afecta a la movilidad, el equilibrio y la coordinación (Izquierdo, 2019). Sin embargo, resulta especialmente relevante que estas diferencias en la funcionalidad física se reflejen también en dimensiones de salud emocional y existencial, como el sentido de la vida y la ilusión por el día. Esta asociación es coherente con la literatura previa, que señala que la actividad física regular y una buena condición funcional contribuyen a un mayor bienestar emocional y a una percepción positiva de la vida (Arrieta et al., 2018; Huber et al., 2016).

El hecho de que las personas mayores presenten menor puntuación en estas dimensiones puede explicarse, en parte, por la pérdida progresiva de autonomía y la reducción de oportunidades para la participación social y la autoafirmación. Numerosos estudios han subrayado que la funcionalidad física no solo impacta en la capacidad para realizar actividades cotidianas, sino que también influye en la autoestima, la motivación y el sentido de propósito vital (World Health Organization, 2015; Huber et al., 2011). En este sentido, los resultados del presente estudio refuerzan la necesidad de diseñar intervenciones que vayan más allá del mero entrenamiento físico,

incorporando estrategias para fortalecer el bienestar emocional, la participación social y el sentido de la vida en la población sénior.

Por otro lado, la ausencia de diferencias significativas en otras dimensiones del modelo Positive Health sugiere que existen factores protectores en ambos grupos que pueden estar relacionados con el entorno social, el apoyo familiar o la percepción subjetiva de calidad de vida. Es posible que, a pesar de las limitaciones físicas, las personas mayores mantengan niveles satisfactorios de bienestar emocional y participación social gracias a la pertenencia a asociaciones y redes de apoyo, como las que participaron en este estudio. Este hallazgo coincide con investigaciones recientes que destacan el papel de los recursos comunitarios y la resiliencia en la promoción de la salud integral (van Vliet et al., 2021).

Desde una perspectiva educativa, la experiencia de aplicar este proyecto ha supuesto un aprendizaje significativo para el alumnado de Formación Profesional, que ha podido desarrollar competencias técnicas, habilidades de comunicación intergeneracional y sensibilidad hacia la diversidad de necesidades presentes en la sociedad. La integración de metodologías activas y la exposición a contextos reales han demostrado ser estrategias eficaces para fomentar la motivación, el compromiso social y la preparación profesional del estudiantado (Navarra, 2019).

A pesar de los prometedores resultados, es fundamental reconocer las posibles limitaciones del estudio, como el tamaño de la muestra y la duración a largo plazo de la intervención. Estudios futuros podrían abordar la sostenibilidad de estos hallazgos en diversas poblaciones y durante el seguimiento a largo plazo. Investigaciones futuras también podrían examinar los mecanismos subyacentes que contribuyen a los cambios positivos en el bienestar emocional. Estos hallazgos proporcionarían una comprensión más profunda de cómo optimizar las intervenciones para abordar a individuos específicos.

Para concluir, el resultado del presente estudio pone de manifiesto las potencialidades de las intervenciones integradas y, por lo tanto, se convierte en una base sólida para investigaciones y aplicaciones de constante desarrollo en el área del bienestar emocional y desarrollo y educación en general. Como educadores y nosotros de alguna manera al ser

la familia de actividades físico deportivas promovemos la salud, es con este “pretexto” que logramos nuestros fines finales en este caso de formación profesional. Lograr que el alumnado cuente con las situaciones y elementos necesarios para comprometerse con el aprendizaje de los trabajos en su proceso enseñanza-aprendizaje, abarcando de esa forma a todos los elementos curriculares, especialmente las competencias profesionales, y las personales y sociales con las de los resultados de aprendizaje. De acuerdo con el instruccional, los proyectos de aprendizaje son, metodológicamente hablando, una forma efectiva de lograrlo.

Por otro lado, al concluir el proyecto POSITIVE HEALTH se observó que el 100% de los estudiantes superaron los resultados de aprendizaje evaluados. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que esta modalidad de intervención considera una forma eficaz de llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula. Es probable que el alto nivel de motivación que despiertan las metodologías activas, y más si cabe cuando se implementan en situaciones con carácter de realismo social, propicie el éxito (Chiva Bartoll, Corbatón Martínez, & Zorrilla Silvestre, 2015). Además, el enfoque centrado en el estudiante favorece una participación activa y significativa, aspecto clave para el desarrollo de competencias profesionales. Por otro lado, los datos sugieren que estas experiencias de aprendizaje, al simular entornos profesionales auténticos, pueden favorecer una mayor adherencia en futuros clientes o usuarios, mejorando así la eficacia de la práctica laboral del alumnado en su futura trayectoria profesional (Nikolic Turnic et al., 2022).

Finalmente, se propone continuar investigando la relación entre la calidad del movimiento y las dimensiones de la salud positiva, considerando distintos perfiles poblacionales y contextos de aplicación. Analizar estas variables desde un enfoque más amplio y con herramientas combinadas permitirá diseñar intervenciones más personalizadas y efectivas para la promoción integral de la salud.

6. CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta experiencia educativa aplicada refuerzan el impacto de una evaluación funcional basada en checkpoints como no solo

una herramienta diagnóstica. sino también una herramienta de aprendizaje para el cambio. La correlación entre una baja calidad de movimiento (CQM) y la puntuación significativamente más baja en las dimensiones del modelo de Positive Health. “sentido de la vida” e “ilusión por el día”. en comparación con la calidad regular de movimiento sugiere la cercana relación entre la funcionalidad física y el bienestar psicosocial.

De esta manera, la relación establecida pone de manifiesto la importancia de abordar la condición física en un sentido holístico. combinando las dimensiones emocional y existencial que de otra forma quedarían fuera de los alcances de las pruebas clínicas. La sinergia de la información provista por instrumentos objetivos y cuestiones sobre lo subjetivo permite acercarse a una comprensión más completa y profunda del bienestar general y. en consecuencia. del diseño de intervenciones ajustadas a las características individuales.

En segundo lugar, el involucramiento de los estudiantes en situaciones reales de valoración es otra estrategia pedagógica que ha demostrado ser altamente efectiva. Además de promover el aprendizaje significativo, también desarrolla habilidades clave como la observación crítica, la empatía intergeneracional y el pensamiento de análisis aplicado. Otra consecuencia de tales prácticas esfuerza aún más el enfoque recién forjado del profesional en lo que respecta a la visión del futuro de la salud que se deja a sí misma y abarca esferas más humanas del bienestar.

En resumen, los resultados de este trabajo apoyan la incorporación de metodologías activas. herramientas funcionales y marcos conceptuales como Positive Health en la formación de profesionales del ámbito del ejercicio físico y la salud. Esta necesidad de integrar estas perspectivas parece crucial para acercarnos a una práctica más personalizada. adaptativa y centrada en la persona. necesaria para abordar los retos actuales del envejecimiento, el sedentarismo y el bienestar emocional a largo de todo el curso de la vida.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Agradecer en gran medida al departamento de educación de Navarra la adjudicación del proyecto de innovación tecnológica así como a los

profesores colaboradores en lo que al desarrollo de actividades se refiere: Alberto Cebollada Kremer, David Cárdenas Martín, Javier Rodríguez Sola, María Alberdi, Virginia Jiménez Burgos y Ander Iradi Michelena, así como a todos y todas las participantes del proyecto. Por otro lado, sin olvidar a los participantes y equipo directivo del CEIP Monte San Julián como a la Asociación de Pensionistas de la Ribera y usuarios del centro de DIA de Tudela. por su inestimable colaboración en otros apartados del proyecto que no figuran en el presente capítulo pero que han sido de gran ayuda para complimentarlo en otras áreas de trabajo que a su vez han ayudado a la formación del alumnado.

8. REFERENCIAS

- Arrieta, M., Rezola, N., Zubeldia, A., Echeverria, M., Galdos, M., Iturbide, L. M., & Arrizabalaga, J. J. (2018). Relación entre la actividad física y la salud mental y emocional en estudiantes universitarios. *Revista de Psicodidáctica*, 23(1), 23-29. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2017.05.003>
- Chiva Bartoll, O., Corbatón Martínez, R. G., & Zorrilla Silvestre, L. (2015). Efecto de un programa de aprendizaje-servicio sobre el clima motivacional en la asignatura "Actividad físico-deportiva y salud". *Tándem: Didáctica de la educación física*, (48), 47-55.
- Chiner, P. M., Herreros, J. L., Beltrán, J., Cordellat, A., Aliaga, A. R. & Blasco-Lafarga, C. (2020). Retos y análisis de un programa municipal de prescripción de ejercicio físico para la salud: El programa VIU-ACTIU (Challenges and analysis of a local program of exercise prescription for health: The VIU-ACTIU program). *Retos*. 39. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.77880>
- Cools, W., Martelaer, K. D., Samaey, C. & Andries, C. (2009). Movement skill assessment of typically developing preschool children: a review of seven movement skill assessment tools. [Review of Movement skill assessment of typically developing preschool children: a review of seven movement skill assessment tools.]. *PubMed*. National Institutes of Health. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24149522>
- Dudley, D., Mackenzie, E., Bergen, P. V., Cairney, J. & Barnett, L. M. (2022). What Drives Quality Physical Education? A Systematic Review and Meta-Analysis of Learning and Development Effects From Physical Education-Based Interventions [Review of What Drives Quality Physical Education? A Systematic Review and Meta-Analysis of Learning and Development Effects From Physical Education-Based Interventions]. *Frontiers in Psychology*. 13. Frontiers Media. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.799330>

- Houser, N., & Kriellaars, D. (2023). “Where was this when I was in Physical Education?” Physical literacy enriched pedagogy in a quality physical education context. *Frontiers in Sports and Active Living*. 5. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1185680>
- Huber, M., Knottnerus, J. A., Green, L., Horst, H., van der Jadad, A. R., Kromhout, D. & Smid, H. (2011). How should we define health? *BMJ*. 343. d4163. <https://doi.org/10.1136/bmj.d4163>
- Huber, M., van Vliet, M., Giezenberg, M., Winkens, B., Heerkens, Y., Dagnelie, P. C. & Knottnerus, J. A. (2016). Towards a ‘patient-centred’ operationalisation of the new dynamic concept of health: a mixed methods study. *BMJ Open*. 6(1). e010091. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010091>
- Hulteen., R. M., Morgan, P. J., Barnett, L. M., Stodden, D. F. & Lubans, D. R. (2018). Development of Foundational Movement Skills: A Conceptual Model for Physical Activity Across the Lifespan. *Sports Medicine*. 48(7). 1533. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0892-6>
- Izquierdo, M. (2019). Ejercicio físico en el envejecimiento saludable. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 54(5), 273-274.
- Libretexts, (2021. 16 marzo). 17.2: Evaluación funcional. *LibreTexts Español*. [https://espanol.libretexts.org/Ciencias_Sociales/Educacion_de_la_Primer_a_Infancia/Libro:_Introduccion_al_plan_de_estudios_para_la_educacion_en_la_primera_infancia_\(Paris_Beeve_y_Springer\)/17:_Documentacion_y_evaluacion_funcional/17.02:_Assessment](https://espanol.libretexts.org/Ciencias_Sociales/Educacion_de_la_Primer_a_Infancia/Libro:_Introduccion_al_plan_de_estudios_para_la_educacion_en_la_primera_infancia_(Paris_Beeve_y_Springer)/17:_Documentacion_y_evaluacion_funcional/17.02:_Assessment)
- Navarra (2019). Guía metodológica ACBP para proyectos Kimua.
- Nikolic Turnic, T., Vasiljevic, I., Stanic, M., Jakovljevic, B., Mikerova, M., Ekkert, N.,... & Jakovljevic, V. (2022). Post-COVID-19 Status and Its Physical, Nutritional, Psychological, and Social Effects in Working-Age Adults – A Prospective Questionnaire Study. *Journal of Clinical Medicine*, 11(22), 6668. <https://doi.org/10.3390/jcm11226668>
- Rudd, J., Pesce, C., Strafford, B. W. & Davids, K. (2020). Physical Literacy - A Journey of Individual Enrichment: An Ecological Dynamics Rationale for Enhancing Performance and Physical Activity in All [Review of Physical Literacy - A Journey of Individual Enrichment: An Ecological Dynamics Rationale for Enhancing Performance and Physical Activity in All]. *Frontiers in Psychology*. 11. Frontiers Media. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01904>
- Skjærven, L. H., Gard, G. & Kristoffersen, K. (2004). Greek sculpture as a tool in understanding the phenomenon of movement quality. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 8(3). 227. [https://doi.org/10.1016/s1360-8592\(03\)00105-0](https://doi.org/10.1016/s1360-8592(03)00105-0)

- Valoración funcional. test globales - QualisMotus. (2025. 4 febrero).
QualisMotus. <https://qualismotus.com/courses/valoracion-funcional-test-globales-y-ejercicio-correctivo/>
- Van Vliet, M., Giezenberg, M. & Huber, M. (2021). Positive Health: Measuring the six dimensions of health. *European Journal of Public Health*. 31(Supplement_3). ckab165.225.
<https://doi.org/10.1093/eurpub/ckab165.225>
- World Health Organization (2015). World report on ageing and health. Geneva: *WHO Press*.

EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO PARA LA MEJORA FUNCIONAL EN PERSONAS CON SECUELAS DE COVID-19 PERSISTENTE

LUCÍA SAGARRA-ROMERO
Universidad San Jorge

ANAIS SEVIL-PÉREZ
Universidad San Jorge

ENRIQUE RAMÓN-ARBUÉS
Universidad San Jorge

1. INTRODUCCIÓN

Desde la declaración del estado de alarma en 2019, gran parte de los esfuerzos iniciales se centraron en el control y manejo clínico de la fase aguda de la infección por el virus SARS-CoV-2. Con el paso del tiempo se ha hecho evidente que una proporción significativa de pacientes continúa presentando síntomas mucho tiempo después de superar la infección inicial (Sanyaolu et al., 2020). Según estimaciones recientes, entre el 10 % y el 15 % de todos los pacientes con COVID-19 pueden experimentar síntomas persistentes (es decir, secuelas) semanas o incluso meses después de la infección (Menezes et al., 2022).

En la actualidad, esta persistencia de síntomas ha sido definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), como la condición que ocurre en personas con antecedentes de infección probable o confirmada por COVID-19, generalmente 3 meses después de inicio, con síntomas que duran al menos 2 meses y no pueden explicarse con un diagnóstico alternativo (Soriano et al., 2021).

Esta condición, es conocida en la actualidad como COVID-19 persistente o "long COVID" y se caracteriza por una amplia variedad de

síntomas clínicos —entre los que destacan la fatiga, disnea e intolerancia al ejercicio— que afectan considerablemente la funcionalidad y la calidad de vida de quienes la padecen (ISGlobal, 2025).

En la actualidad, se ha evidenciado que muchos pacientes (millones en todo el mundo) padecen síntomas persistentes como la intolerancia al ejercicio, disnea y fatiga. Siendo la pérdida de masa muscular y debilidad motora uno de los síndromes post-virales que más afectan a la calidad de vida de los pacientes infectados. Concretamente, en el ámbito de la función física, numerosos estudios han documentado una pérdida significativa de masa muscular —tanto esquelética como cardíaca— así como una disminución en la fuerza muscular y la capacidad funcional general (Appelman B et al. 2024; Bonanad et al., 2020).

Estos hallazgos son particularmente relevantes, dado que la masa muscular se considera un potente predictor clínico en múltiples enfermedades crónicas y condiciones de fragilidad, especialmente en poblaciones envejecidas y/o con comorbilidades. La sarcopenia inducida por la inactividad, la inflamación crónica y el estrés metabólico derivado de la infección aguda contribuyen de manera importante al deterioro físico observado en pacientes con COVID-19 persistente, elevando el riesgo de dependencia funcional y reduciendo la autonomía personal (Appelman B et al. 2024; Villamil-Parra et al., 2022).

En este contexto, el ejercicio físico ha demostrado ser una intervención terapéutica de primera línea. Distintos modelos de entrenamiento —aeróbico, de fuerza o combinado— han evidenciado beneficios significativos en la mejora de la capacidad cardiorrespiratoria, la masa muscular, la tolerancia al esfuerzo y la calidad de vida en personas con diversas patologías crónicas. En el caso específico de la COVID-19 persistente, a pesar de ser un área emergente de estudio, diversos resultados preliminares apuntan a que los programas individualizados de ejercicio supervisado podrían ofrecer mejoras sustanciales en la recuperación funcional y en la prevención de complicaciones a largo plazo (Senén et al., 2023).

Es importante señalar que los pacientes con COVID-19 persistente necesitan una atención y seguimiento adaptado a las necesidades que se presenten en cada caso. Por ello, es necesario la creación de una red

asistencial que garantice una atención integral desde las unidades sociosanitarias existentes en cada municipio y áreas poblacionales. Sin embargo, a pesar de que, en la actualidad, existen ciertos avances en la atención asistencial que se brinda a este grupo de población, persiste una importante brecha clínica y una ausencia de enfoque sistemático y multidisciplinario para la evaluación y rehabilitación de las secuelas físicas en este grupo de la población. Tan es así que la Sociedad Española de Directivos de la Salud (SEDISA) ha manifestado que los nuevos retos para el futuro de la COVID-19 deben incluir la construcción de nuevos de modelos de salud que permitan asegurar la continuidad asistencial. Apostando por una promoción de la salud que permita reforzar los cuidados domiciliarios.

En este sentido, la falta de protocolos de ejercicio físico estandarizados impide una identificación precisa del deterioro funcional y retrasa la implementación de intervenciones eficaces, perpetuando así la discapacidad y la dependencia de las personas que padecen esta condición. Además, la heterogeneidad de las manifestaciones clínicas, junto con la variabilidad en las respuestas individuales al ejercicio, refuerza la necesidad de enfoques personalizados basados en una valoración funcional integral (Yelin et al. 2022).

La escasez de programas o protocolos en pacientes con COVID-19 persistente y la evidencia sobre su impacto en la calidad de vida de estos pacientes, pone de manifiesto la necesidad de desarrollar un programa que ahonde en esta asociación con la finalidad de promover líneas futuras de investigación que aborden estrategias terapéuticas basadas en la promoción de la actividad física regular en estos pacientes.

2. OBJETIVO

- El objetivo del presente estudio fue, analizar los efectos de un programa de intervención de ejercicio físico de 8 semanas sobre la capacidad funcional en personas con COVID-19 persistente.

3. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se llevó a cabo un estudio experimental con diseño aleatorizado y controlado, con el objetivo de evaluar los efectos de un programa de ejercicio físico supervisado sobre la condición física de personas con diagnóstico de COVID-19 persistente. El estudio fue aprobado por el comité ético de Aragón (PI22/318) y se ajustó a los principios de la Declaración de Helsinki.

3.2. PARTICIPANTES

La muestra estuvo compuesta por 28 personas adultas (edad media: $49,9 \pm 11,9$ años), diagnosticadas clínicamente con COVID-19 persistente, quienes presentaban síntomas de al menos 12 semanas de duración posteriores a la infección aguda. Los pacientes fueron reclutados mediante cribado de los registros médicos de los centros de Atención Primaria de Zaragoza. Entre los criterios de inclusión se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos: a) personas mayores 18 años; b) presentar síntomas de la COVID-persistente >6 meses de duración desde el contagio; c) no tener contraindicaciones médicas incompatibles con la práctica de ejercicio físico; d) no cumplir las recomendaciones generales de actividad física establecidas por la Organización Mundial de la Salud; e) entrega/firma del consentimiento informado. Los criterios de exclusión del estudio fueron: a) presentar una enfermedad médica grave no controlada; b) presencia de cualquier problema médico, psicológico o social que pueda interferir gravemente en la participación del paciente en el estudio.

Los participantes fueron asignados aleatoriamente en dos grupos: grupo control (GC $n = 14$) y grupo intervención (GI $n = 14$).

La Figura 1 muestra el diagrama de flujo del estudio conforme a los lineamientos CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials), que describe las distintas etapas del proceso de reclutamiento, selección y análisis de los participantes. En la fase inicial, se evaluaron 42 sujetos para

determinar su elegibilidad. De ellos, 5 fueron excluidos: 2 por no cumplir con los criterios de inclusión y 3 por rechazar participar en el estudio.

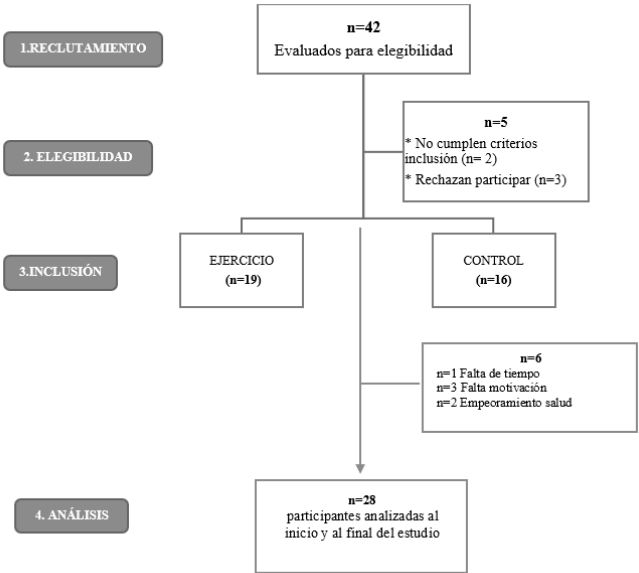
Los 37 participantes restantes fueron aleatorizados en dos grupos: 19 fueron asignados al grupo de ejercicio personalizado y 16 al grupo de pautas de actividades diarias dosificadas. En la fase de asignación, un sujeto del grupo de ejercicio personalizado y dos del grupo de pautas de actividad no recibieron la intervención asignada, al rechazarla.

Durante el seguimiento, en el grupo de ejercicio personalizado se produjeron 4 pérdidas: una por limitaciones de tiempo y tres por falta de motivación, aunque estos últimos posteriormente fueron recuperados. En el grupo de pautas de actividades, dos participantes fueron excluidos por problemas de programación.

Finalmente, fueron incluidos en el análisis estadístico 28 sujetos, distribuidos equitativamente entre ambos grupos (n = 14 por grupo).

La participación en el estudio fue voluntaria y se obtuvo el consentimiento informado por escrito de todos los participantes antes de su inclusión.

FIGURA 1. Diagrama de selección de los participantes del estudio



3.3. NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Se utilizó el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), en su versión dirigida a personas adultas entre 15 y 69 años para cuantificar los niveles de actividad física semanal y verificar el cumplimiento de los criterios de inclusión del estudio. Este cuestionario está compuesto por siete ítems y permite recopilar información sobre la frecuencia, duración e intensidad (leve, moderada y vigorosa) de las actividades físicas realizadas durante los siete días previos a su aplicación.

3.4. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA

La evaluación de la condición física se centró en dos componentes principales: la capacidad aeróbica y la fuerza muscular de extremidades superiores e inferiores.

Se realizaron dos evaluaciones, una en el momento basal (previo a iniciar la intervención) y posteriormente justo al terminar la intervención.

Para garantizar que las pruebas de valoración se realizaban correctamente y con la finalidad de minimizar los posibles sesgos o errores asociados a la medición, todas las mediciones se realizaron por profesionales-investigadores capacitados y entrenados previamente.

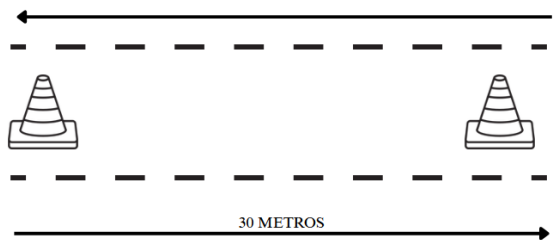
A continuación, se detallan las diferentes pruebas de valoración de la condición físico-funcional:

Capacidad cardiorrespiratoria: Se realizó la prueba de caminata de seis minutos (6MWT, por sus siglas en inglés) con el objetivo de evaluar la resistencia funcional. La prueba consistió en medir la distancia total recorrida (en metros) por el participante caminando de forma continua de ida y vuelta en un pasillo de 30 metros, delimitado por conos que actuaban como puntos de giro. La percepción del esfuerzo (RPE), evaluada mediante la escala de Borg modificada (0–10), fue registrada antes y después de la prueba.

Fuerza de prensión manual: Se utilizó un dinamómetro digital de prensión manual (precisión de 0.1 kg; Takey Smedley III T-19®, Scientific Instruments Co. Ltd, Niigata, Japón) para evaluar la fuerza máxima de prensión manual en ambas manos. A la persona se le indicó que debía

colocarse en posición anatómica (de pie) al tiempo que sostenía el dinamómetro con la mano intentando hacer durante 3” una contracción isométrica de fuerza máxima. Se realizaron dos intentos con cada mano.

IMAGEN 1. *Test de caminar de los 6 minutos*



Test curl de bíceps: se utilizó para evaluar la fuerza de extremidades superiores superiores. En esta prueba, se solicitó a los participantes realizar el mayor número posible de flexo-extensiones de brazo durante 30 segundos utilizando una pesa de 2.5 kg. La prueba se realizó una vez con cada brazo.

IMAGEN 2. *Test de sentarse y levantarse 30 sg.*

Test sentarse y levantarse: se utilizó para evaluar la fuerza de los miembros inferiores. Desde una posición sentada, se indicó a los participantes que se pusieran de pie y volvieran a sentarse, repitiendo este ciclo durante 30 segundos. La prueba se realizó una única vez.



3.5. INTERVENCIÓN

El programa CON-Vida es una estrategia de intervención diseñada para fomentar la actividad física en personas que presentan síntomas persistentes asociados a la COVID-19 y se encuentran en proceso de recuperación. La duración total de la intervención fue de 8 semanas, estructurada en dos fases diferenciadas: (i) una fase previa a la intervención, con una duración de una semanas; (ii) una fase de intervención activa, que se extenderá por siete semanas.

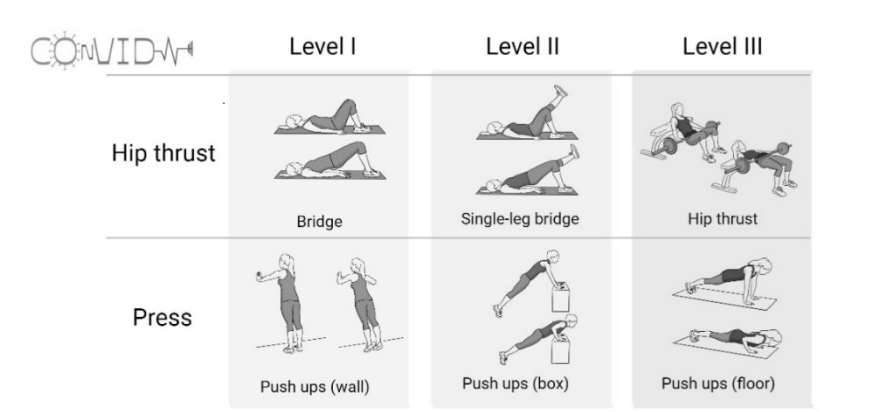
El GI completó el programa de ejercicio físico individualizado y supervisado, que combinó entrenamiento de fuerza y resistencia aeróbica. La intervención se llevó a cabo dos veces por semana, con una duración de 50 minutos por sesión, durante un período de ocho semanas. El programa incluyó entrenamiento en circuito de fuerza, ejercicio cardiovascular y ejercicios respiratorios domiciliarios (1–2 veces por semana).

Este protocolo fue específicamente diseñado para personas con condiciones post-COVID, y estructurado en tres niveles progresivos de intensidad, adaptados a la capacidad funcional de cada participante: limitación severa (Nivel I), moderada (Nivel II) y sin limitación funcional (Nivel III) (figura 2). La intervención fue implementada por un equipo multidisciplinario especializado en ejercicio terapéutico, conformado por entrenadores personales certificados y fisiólogos del ejercicio, bajo supervisión de personal de enfermería.

El componente de entrenamiento de fuerza consistió en un circuito de ejercicios de cuerpo completo, con una duración aproximada de 30 minutos, ejecutado en dos rondas.

El grupo control no recibió intervención específica durante este periodo, manteniendo sus actividades habituales.

FIGURA 2. Programa de ejercicio físico CONVIDA basado en niveles de dificultad.



3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas con el fin de identificar los efectos intra-sujeto (cambios pre y post intervención), así como los efectos de interacción entre el tiempo y el grupo (grupo control vs. grupo intervención). Se consideró un nivel de significación estadística de $p < 0,05$. El análisis fue realizado con software estadístico IBM SPSS v.29.0.1.0.

4. RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados en función de los efectos de la intervención sobre la condición física, sobre la fuerza muscular y la condición cardiovascular, así como una comparación global.

4.1. EFECTOS DE LA INTERVENCIÓN SOBRE LA CONDICIÓN FÍSICA

Tras el periodo de intervención de ocho semanas, se registró un incremento medio del 16,2 % en la fuerza muscular y una mejora del 19,3 % en la condición cardiovascular de la muestra total. Estos cambios fueron estadísticamente significativos ($p < 0,05$), lo que indica una tendencia positiva en la evolución funcional de los participantes, independientemente de la asignación grupal.

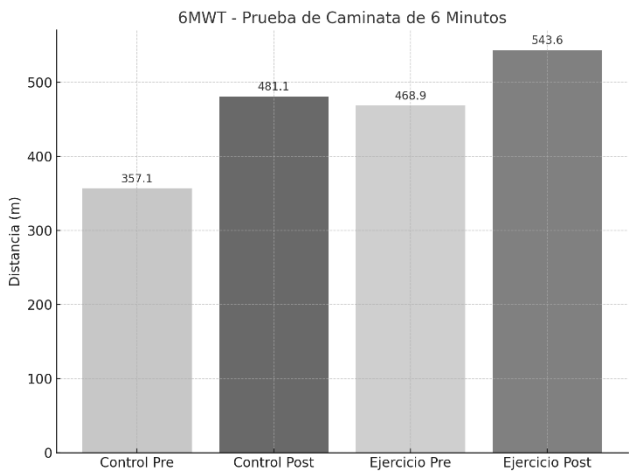
4.2. FUERZA MUSCULAR

Los participantes del GI, quienes realizaron sesiones de ejercicio estructurado dos veces por semana, experimentaron un incremento del 22,8 % en la fuerza muscular al finalizar el protocolo. En contraste, el GC, que no recibió intervención física dirigida, mostró una mejora mucho más modesta, con un incremento del 7,9 %. La diferencia entre grupos sugiere un efecto significativo del programa de entrenamiento sobre la capacidad muscular, con beneficios clínicamente relevantes en términos de fuerza funcional (tabla 1).

4.3. CONDICIÓN CARDIOVASCULAR

En relación con la capacidad aeróbica, los resultados mostraron una evolución divergente entre ambos grupos (figura 3). Mientras que el grupo intervención logró una mejora del 9,1 % en los parámetros cardiovasculares evaluados, el grupo control experimentó un deterioro del 18,3 % en esta misma dimensión (tabla 1). Esta reducción en el grupo no intervenido podría explicarse por el mantenimiento del sedentarismo, la persistencia de los síntomas relacionados con COVID-19 prolongado, o una combinación de ambos factores.

Figura 3. Distancia recorrida en la prueba 6MWT antes y después de la intervención en grupos control y ejercicio



4.4. COMPARACIÓN GLOBAL

El análisis de varianza de medidas repetidas (ANOVA) mostró una interacción significativa entre el tiempo (pre vs. post intervención) y el tipo de intervención (GC vs. GI) en las variables de fuerza muscular y capacidad cardiorrespiratoria ($p < 0,05$). Estos resultados sugieren que las mejoras observadas en el grupo que recibió el programa de ejercicio supervisado no pueden atribuirse únicamente a factores temporales o a un efecto placebo, sino que reflejan un efecto específico y directo de la intervención realizada. Tabla 1. Resultados post-intervención y análisis ANCOVA del

efecto de un programa de ejercicio supervisado de 8 semanas frente a la no intervención en personas con condición post-COVID-19.

Variable	Control (n=14)		Ejercicio (n=14)		Pre-post (Intra-sujetos)		Pre-post intervención (Interacción)	
	Pre	Post	Pre	Post	P-value	ES (np2)	P-value	ES (np2)
Función física								
STS30 (n)	12,1 ± 2,9	13,6 ± 4,3#	13,2 ± 3,5	17,4 ± 4,1#,**	<0,001†	0,44	0,050†	0,14
ACB30 (n)	15,2 ± 3,8	16,5 ± 4,1#	15,9 ± 5,0	20,6 ± 4,6#,**	<0,001†	0,45	0,014†	0,21
Handgrip (kg·bm-1)	0,36 ± 0,17	0,34 ± 0,14	0,38 ± 0,13	0,40 ± 0,13	0,792	0,01	0,296	0,04
6MWT distancia (m)	357,1 ± 148,1	481,1 ± 153,3	468,9 ± 67,4	543,6 ± 57,9#	<0,001†	0,42	0,297	0,04

Los datos se presentan como medias y desviación estándar (M ± DE). †Diferencias significativas (#efecto pre-post, **efectos de la intervención). 6MWT: Prueba de caminata de 6 minutos; ACB30: Curl de bíceps de brazo en 30 segundos; STS30: Prueba de sentarse y levantarse en 30 segundo

5. DISCUSIÓN

Los hallazgos de este ensayo clínico aleatorizado demuestran que una intervención de ejercicio físico grupal, supervisada y ajustada progresivamente en función de los síntomas, resultó ser significativamente más eficaz que la estrategia de dosificación de las actividades cotidianas para favorecer la recuperación funcional en personas con síndrome COVID-19 con sintomatología persistente superior a seis meses.

Diversos programas de rehabilitación han mostrado resultados prometedores en el abordaje del COVID-19 persistente. Concretamente, se ha evidenciado que la combinación de entrenamiento aeróbico y de resistencia mejora la función cardiovascular y muscular, reduce la gravedad de los síntomas y favorece el estado de salud en pacientes post-COVID (Centeno Cortéz, 2022). La rehabilitación cardiorrespiratoria, que

incluye entrenamiento aeróbico continuo de intensidad moderada y ejercicios de resistencia, ha demostrado mejoras en la función pulmonar, la fuerza de los músculos respiratorios, la tolerancia al ejercicio, los niveles de fatiga y la calidad de vida (Araújo et al., 2022). Además, las intervenciones multidisciplinarias que integran ejercicio físico y educación para la salud han mostrado efectos positivos sobre el estado funcional y la calidad de vida (Rosero et al., 2022). Estos hallazgos sugieren que los programas de rehabilitación integrales, son eficaces para mejorar la capacidad funcional, la función pulmonar y el bienestar general en personas con secuelas post-COVID-19 (Hockele et al., 2022). Sin embargo, hasta donde sabemos, el ensayo CON-VIDA es el primer ensayo clínico aleatorizado realizado en atención primaria que compara la eficacia clínica y seguridad de un tratamiento individualizado basado en ejercicio respecto al grupo control para mejorar el estado clínico de pacientes ambulatorios y hospitalizados con síndrome post-COVID-19.

El entrenamiento concurrente, que combina ejercicios de fuerza y resistencia en una misma sesión, ha demostrado ser beneficioso para la salud y la condición física. Los resultados de nuestro estudio están en consonancia con resultados previos. En este sentido, diversas investigaciones recientes han evidenciado la eficacia del entrenamiento concurrente en la mejora de la condición física y el manejo sintomatológico en individuos con condiciones post-COVID-19. Un ensayo clínico aleatorizado demostró que el entrenamiento concurrente supervisado, tanto con como sin el componente de entrenamiento de músculos respiratorios, resultó significativamente más eficaz que las recomendaciones de autocuidado en la mejora de la capacidad cardiovascular, la fuerza muscular y la severidad de los síntomas en pacientes post-COVID (Jimeno-Almazán et al., 2022). Por su parte, Senén et al. (2023), tras la implementación de un programa de ejercicio de ocho semanas de duración, evidenciaron mejoras clínicamente relevantes en el consumo máximo de oxígeno (VO_2 pico), la calidad de vida, la potencia muscular y la flexibilidad metabólica en personas con COVID-19 persistent (n=50). Adicionalmente, se ha observado que el entrenamiento concurrente presenta una mayor efectividad en comparación con el entrenamiento de los músculos respiratorios de forma aislada para incrementar la fuerza

muscular del tren inferior, así como para reducir la fatiga y los síntomas depresivos en esta población (Rodríguez-Corredor, 2024).

En coherencia con estos hechos y con la finalidad de mejorar la calidad asistencial de las personas afectadas por la COVID persistente, es necesario remarcar la importancia de integrar a los propios pacientes que padecen este nuevo síndrome en los cuidados, apostando un abordaje integral y que incluya una visión más amplia, no centrada en modelos de atención al déficit. De modo que, permita involucrar a los pacientes a través de la coproducción en salud y la oportunidad que ofrece la ciencia ciudadana. Asimismo, es prioritario que las autoridades y profesionales de la salud implementen estrategias efectivas para promover la actividad física regular, especialmente en contextos de confinamiento. Tal y como establece el libro verde de Ciencia Ciudadana de la Comisión Europea, la ciencia ciudadana debe fomentar la contribución activa de los ciudadanos a la investigación a través de su esfuerzo intelectual, su conocimiento general, o sus herramientas y recursos. En el caso de problemas de salud, este tipo de modelos de intervención puede permitir analizar e implementar intervenciones más aplicables, desde la vivencia de los propios afectados, con conocimiento de las barreras y fortalezas que estos tienen.

6. CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio demuestran que un programa de ejercicio físico supervisado de ocho semanas de duración, con una frecuencia de dos sesiones semanales, produce mejoras significativas en la fuerza muscular y la capacidad cardiorrespiratoria en personas con COVID-19 persistente.

Esta intervención se presenta como una estrategia terapéutica segura, eficaz y factible para la recuperación de la funcionalidad física y la reducción de la dependencia en este grupo poblacional. En este contexto, el ejercicio físico se consolida como una herramienta clave en el abordaje clínico del síndrome COVID-19 persistente.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Los autores expresan su más sincero agradecimiento a todos los participantes del estudio, cuya colaboración voluntaria fue esencial para la ejecución de esta investigación. Asimismo, se reconoce el apoyo del personal técnico y asistencial involucrado en el seguimiento de las sesiones de entrenamiento, así como de las instituciones que facilitaron los recursos y el espacio necesario para el desarrollo del protocolo de intervención. La participación de todos los implicados ha sido determinante para avanzar en el conocimiento sobre estrategias de rehabilitación en personas con condiciones posteriores a la COVID-19.

8. REFERENCIAS

- Appelman B, Charlton BT, Goulding RP, Kerkhoff TJ, Breedveld EA, Noort W, Offringa C, Bloemers FW, van Weeghel M, Schomakers BV, Coelho P, Posthuma JJ, Aronica E, Joost Wiersinga W, van Vugt M, Wüst RCI. Muscle abnormalities worsen after post-exertional malaise in long COVID. *Nat Commun.* 2024 Jan 4;15(1):17. doi: 10.1038/s41467-023-44432-3.
- Araújo BTS, Barros AEVR, Nunes DTX, Remígio de Aguiar MI, Mastroianni VW, de Souza JAF, Fernandes J, Campos SL, Brandão DC, Dornelas de Andrade A. Effects of continuous aerobic training associated with resistance training on maximal and submaximal exercise tolerance, fatigue, and quality of life of patients post-COVID-19. *Physiother Res Int.* 2023 Jan;28(1).
- Berenguel Senén A, Gadella Fernández A, Godoy López J, Borrego Rodríguez J, Gallango Brejano M, Cepas Guillén P, et al. Readaptación funcional basada en ejercicio físico terapéutico en pacientes con COVID persistente (RECOVER). *Revista Española de Cardiología.* 2024;77(2):167-75.
- Bonanad, C., García-Blas, S., Tarazona-Santabalbina, F. J., Díez-Villanueva, P., Ayesta, A., Forés, J. S., Vidán-Austiz, M. T., Formiga, F., Ariza-Solé, A., Martínez-Sellés, M., Bonanad, C., García-Blas, S., Díez-Villanueva, P., Ayesta, A., Forés, J. S., Ariza-Solé, A., Martínez-Sellés, M., Tarazona-Santabalbina, F., Vidán-Austiz, M., & Formiga, F. (2020). Coronavirus: la emergencia geriátrica de 2020. Documento conjunto de la Sección de Cardiología Geriátrica de la Sociedad Española de Cardiología y la Sociedad Española de Geriatria y Gerontología. *Revista Española de Cardiología*, 73(7), 569-576. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2020.03.027>

- Centeno-Cortez AK, Díaz-Chávez B, Santoyo-Saavedra DR, Álvarez-Méndez PA, Pereda-Sámano R, Acosta-Torres LS. Fisioterapia respiratoria en pacientes adultos post-COVID-19: revisión sistemática de la literatura [Respiratory physiotherapy in post-acute COVID-19 adult patients: Systematic review of literature]. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2022 Feb 1;60(1):59-66.
- European Commission. Green paper on Citizen Science. Citizen Science for Europe Towards a better society of empowered citizens and enhanced research. 2014.
- Hockele LF, Sachet Affonso JV, Rossi D, Eibel B. Pulmonary and Functional Rehabilitation Improves Functional Capacity, Pulmonary Function and Respiratory Muscle Strength in Post COVID-19 Patients: Pilot Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Nov 12;19(22).
- ISGlobal. (2025, 30 abril). Los síntomas de la COVID persistente pueden mantenerse hasta dos años después de la infección por COVID-19. ISGLOBAL. <https://www.isglobal.org/-/sintomas-de-la-covid-persistente-hasta-dos-anos-despues-de-la-infeccion>
- Jimeno-Almazán A, Buendía-Romero Á, Martínez-Cava A, Franco-López F, Sánchez-Alcaraz BJ, Courel-Ibáñez J, Pallarés JG. Effects of a concurrent training, respiratory muscle exercise, and self-management recommendations on recovery from post-COVID-19 conditions: the RECOVE trial. *J Appl Physiol* (1985). 2023 Jan 1;134(1):95-104. doi: 10.1152/jappphysiol.00489.2022.
- Menezes AS, Botelho SM, Santos LR, Rezende AL. Acute COVID-19 Syndrome Predicts Severe Long COVID-19: An Observational Study. *Cureus.* 2022.
- Rodríguez-Corredor LC, Sánchez-Rodríguez JM, Vargas-Ramírez L. Impacto de la rehabilitación pulmonar sobre calidad de vida, ansiedad y depresión en pacientes post-COVID-19. Revisión sistemática. *Fisioterapia.* 2024;46(4):210-21.
- Rosero ID, Barreto J, Cardona C, Ordoñez-Mora LT. Physical, Functional, Psychological, and Social Effects of a Physical Activity Program in Adults and Older Adults During and/or After Hospitalization for COVID-19: A Systematic Review. *Risk Manag Healthc Policy.* 2022 Dec 22;15:2399-2412.
- Sanyaolu, A., Okorie, C., Marinkovic, A., Patidar, R., Younis, K., Desai, P., Hosein, Z., Padda, I., Mangat, J., & Altaf, M. (2020). Comorbidity and its Impact on Patients with COVID-19. *SN Comprehensive Clinical Medicine*, 2(8), 1069-1076. <https://doi.org/10.1007/s42399-020-00363-4>

- Senén, A. B., Fernández, A. G., López, J. G., Rodríguez, J. B., Brejano, M. G., Guillén, P. C., De Cabo Porras, C., Perea, C. M., Miravalles, E. G., Blanco, Á. S., Castrillón, Í. S., & Padial, L. R. (2023). Readaptación funcional basada en ejercicio físico terapéutico en pacientes con COVID persistente (RECOVER). *Revista Española de Cardiología*, 77(2), 167-175. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2023.06.010>
- Soriano JB, Murthy S, Marshall JC, Relan P, Diaz JV; WHO Clinical Case Definition Working Group on Post-COVID-19 Condition A clinical case definition of post-COVID-19 condition by a Delphi consensus. *Lancet Infect Dis*. 2021 Dec 21;S1473-3099(21)00703-9. doi: 10.1016/S1473-3099(21)00703-9.
- Villamil-Parra, W. A., Pinzón-Espitia, O. L., Guerrero-Orjuela, L. S., & Moscoso-Alvarado, F. (2022). Rehabilitación en poscovid-19: una perspectiva desde la intervención nutricional y el movimiento corporal. *Medicina*, 44(1), 69-86. <https://doi.org/10.56050/01205498.1663>
- Yelin D, Moschopoulos CD, Margalit I, Gkrania-Klotsas E, Landi F, Stahl JP, Yahav D. ESCMID rapid guidelines for assessment and management of long COVID. *Clin Microbiol Infect*. 2022 Jul;28(7):955-972. doi: 10.1016/j.cmi.2022.02.018.

POSITIVE HEALTH Y ACBP ¿EN QUÉ DIMENSIONES DE LA SALUD INFLUYE LA EDAD?

ROBERTO RAMÍREZ DOMÍNGUEZ

C.I.P. ETI Tudela.

Profesor asociado, Facultad de Educación de Soria, Universidad de Valladolid

UNAI AZCÁRATE JIMÉNEZ

Profesor ayudante doctor Universidad pública de Navarra

1. INTRODUCCIÓN: SALUD INTEGRAL

La salud ha sido históricamente entendida como la ausencia de enfermedad, sin embargo, la definición adoptada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1948 propuso un enfoque más holístico: *“la salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”* (Salud, 1948). Esta concepción, aunque ambiciosa y debatida, supuso un cambio de paradigma en la manera en que entendemos el bienestar humano, al incorporar dimensiones psicosociales y comunitarias como elementos centrales. Hoy en día, esta visión integral resulta clave para abordar los desafíos contemporáneos en materia de salud pública, sobre todo cuando se considera no sólo vivir más, sino vivir mejor.

En este contexto, la longevidad se ha convertido en uno de los indicadores más destacados del progreso sanitario y social. La esperanza de vida ha aumentado de manera significativa en las últimas décadas gracias a los avances médicos, la mejora en las condiciones de vida y el acceso a servicios de salud. No obstante, este aumento no siempre se traduce en una mayor calidad de vida en edades avanzadas. Por ello, la investigación científica ha puesto creciente atención en los marcadores biológicos del envejecimiento, como los niveles de inflamación crónica de bajo grado, la telomerasa, la composición corporal o la función mitocondrial,

entre otros, que permiten predecir no solo la longevidad, sino también el grado de funcionalidad y bienestar asociado a la edad (López-Otín et al., 2013). La identificación de estos biomarcadores es esencial para anticipar enfermedades crónicas, deterioro cognitivo o fragilidad física, lo que abre la puerta a intervenciones personalizadas y preventivas.

La calidad de vida se ha establecido como un concepto complementario e indispensable para evaluar el verdadero estado de salud de una población. Más allá de los parámetros clínicos, este enfoque incluye factores subjetivos como la percepción de bienestar, la capacidad funcional, el apoyo social, y el acceso a servicios que permiten una vida digna. Según la OMS, la calidad de vida se define como la percepción del individuo de su posición en la vida en el contexto de la cultura y el sistema de valores en que vive, y en relación con sus objetivos, expectativas, normas y preocupaciones (Group, 1995). Esta perspectiva refuerza la importancia de diseñar políticas sanitarias que tengan en cuenta las diferencias individuales, culturales y contextuales, en lugar de adoptar modelos homogéneos o exclusivamente biomédicos.

Las diferencias en el concepto y experiencia de salud son especialmente evidentes cuando se analizan los extremos del ciclo vital: la infancia y la vejez. En la infancia, los indicadores de salud están ligados al crecimiento físico, el desarrollo psicomotor, la nutrición y la inmunización. La vulnerabilidad es alta, pero también lo es la capacidad de recuperación si se interviene a tiempo. En contraste, en la tercera edad, los objetivos de salud se centran más en el mantenimiento de la autonomía, la prevención del deterioro funcional y la gestión de enfermedades crónicas. Estas diferencias no solo son biológicas, sino también sociales y psicológicas, y deben considerarse al diseñar estrategias específicas de promoción de la salud según la etapa vital (Harper, 2014).

Además, el contexto actual plantea nuevas demandas en materia de salud, muchas de ellas asociadas a los cambios tecnológicos y estilos de vida emergentes. El uso excesivo de pantallas digitales, por ejemplo, ha generado una serie de consecuencias sobre la salud visual, la calidad del sueño, el nivel de actividad física y la salud mental, especialmente entre niños y adolescentes. La exposición constante a dispositivos electrónicos ha sido vinculada con trastornos como el insomnio, la ansiedad, la

miopía y la obesidad infantil (Twenge, Joiner, Rogers, & Martin, 2018) Estos desafíos, antes inexistentes o marginales, exigen una respuesta adaptativa por parte de los sistemas sanitarios y educativos, así como la incorporación de estrategias digitales de promoción de la salud.

Todo lo anterior subraya la necesidad urgente de optimizar las políticas de promoción de la salud, actualizándolas para responder a un contexto dinámico y desigual. La promoción de la salud no puede limitarse a campañas informativas, sino que debe integrar acciones estructurales, intersectoriales y sostenibles que incidan en los determinantes sociales de la salud. Es esencial fomentar entornos que faciliten decisiones saludables, priorizar intervenciones preventivas basadas en la evidencia, e incorporar a la ciudadanía en el diseño de políticas públicas. De este modo, se podrán abordar tanto los retos tradicionales como los emergentes, contribuyendo no solo a aumentar los años de vida, sino también a mejorar la vida de esos años.

1.1. POSITIVE HEALTH: DIMENSIONES PARA UNA SALUD CON SENTIDO

En la línea de la promoción de salud de una manera integral, surge en Países Bajos en los últimos años, el modelo Positive Health, impulsado por Machteld Huber y su equipo que aporta una visión más amplia de la salud, entendida no solo como la ausencia de enfermedad, sino como la capacidad de adaptación y autogestión en diferentes dimensiones: bienestar emocional, funcionamiento corporal, participación social, calidad de vida, sentido de la vida e ilusión por el día (Huber, 2016).

Lo que supone un avance relevante en la forma de concebir y abordar la salud individual. Tradicionalmente, la definición de salud propuesta por la Organización Mundial de la Salud (OMS) la describe como “un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”. No obstante, esta concepción ha sido objeto de críticas por su naturaleza estática y por resultar poco adecuada para la realidad actual, en la que la capacidad de adaptación y la resiliencia son esenciales (Huber, 2016).

Por lo tanto, el enfoque integral de Positive Health, complementa la perspectiva biomédica tradicional, subrayando la importancia de

factores psicológicos y sociales en la percepción de bienestar. Así, se promueve una visión holística de la salud que integra dimensiones físicas, emocionales y sociales, facilitando la toma de decisiones en la prevención y promoción de la salud tanto en el ámbito educativo como comunitario (Dudley, 2022).

Además supone una alternativa en la concepción de la salud, muy dinámica, en la que la capacidad de adaptarse a las nuevas necesidades es el eje principal. Si nos paramos a reflexionar, por ejemplo ante un tornado, un árbol robusto, podría ser arrancado con cierta facilidad, pero un junto, menos robusto, quizá tuviera mayor capacidad de adaptación ante tal situación. Lo que puede ser un símil de gran valor si hablamos de personas que deben adaptarse y gestionar su vida ante retos físicos, emocionales y sociales.

Siendo más concretos, existen este marco se organiza en torno a seis dimensiones interconectadas: funcionamiento corporal, bienestar emocional, sentido de la vida, calidad de vida, participación social e ilusión por el día a día (Huber et al., 2016). Estas áreas permiten evaluar la salud de manera global, reconociendo la importancia de factores como la motivación, el propósito vital y el entorno social, junto con los indicadores biomédicos clásicos.

Dentro del valor cualitativo que tiene Positive Health, una de las ventajas más destacadas, es la posibilidad de detectar aspectos de la salud que a menudo no se identifican en valoraciones físicas tradicionales, tales como la satisfacción personal, el apoyo social percibido o el sentido de propósito, todos ellos elementos clave para la calidad de vida y el bienestar general (Van Vliet, Giezenberg, & Huber, 2021).

Asimismo, este enfoque integral promueve la salud como un proceso de aprendizaje y adaptación continua, en el que las personas asumen un papel activo en su propio bienestar. La literatura científica muestra que las intervenciones basadas en Positive Health pueden favorecer la autopercepción de salud, la resiliencia y la satisfacción vital, especialmente en poblaciones vulnerables o con enfermedades crónicas (Van Vliet, Giezenberg, & Huber, 2021).

En resumen, el modelo Positive Health representa un cambio de paradigma en la evaluación y promoción de la salud, al incorporar no solo los aspectos físicos, sino también los emocionales, sociales y existenciales. Permite diseñar programas de intervención más integrales, centrados en la persona y orientados a mejorar la calidad de vida desde una perspectiva holística.

1.2. INTEGRACIÓN DEL MODELOS POSITIVE HEALTH EN EL APRENDIZAJE COLABORATIVO BASADO EN PROYECTOS

La integración del modelo POSITIVE HEALTH en el aprendizaje colaborativo basado en proyectos (ACBP) representa una innovación pedagógica que busca maximizar el potencial de los estudiantes tanto a nivel académico como emocional (Pellicer, y otros, 2015).

El desarrollo de proyectos en pro de promover la salud, con el ejercicio físico como telón de fondo, ya han mostrado su efectividad, fomentando ambientes de aprendizaje más dinámicos y participativos, donde los estudiantes pueden experimentar un sentido de logro y motivación al completar tareas físicas en grupo (Chiva Bartoll, Corbatón Martínez, & Zorrilla Silvestre, 2015). Teniendo además la actividad física el valor añadido de la mejora en la concentración y la memoria, lo cual puede traducirse en un mejor desempeño académico (George, y otros, 2022).

Además, el aprendizaje colaborativo basado en proyectos (ACBP) se ha consolidado como una metodología educativa que promueve la participación activa de los estudiantes, fomentando habilidades como la comunicación, el trabajo en equipo y la resolución de problemas. Esta metodología no solo se centra en el desarrollo académico, sino que también se ha explorado su integración con el ejercicio físico, lo cual puede tener un impacto significativo en el bienestar emocional de los estudiantes.

Asimismo, la práctica de ejercicio físico en un entorno colaborativo puede fortalecer las relaciones interpersonales entre los estudiantes, promoviendo un sentido de comunidad y apoyo mutuo. Esto es especialmente relevante en un mundo donde las habilidades interpersonales son cada vez más valoradas. Por lo tanto, la combinación de ACBP y ejercicio físico no solo enriquece el proceso educativo, sino que

también prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos futuros con una perspectiva más positiva y resiliente.

Además, el ejercicio físico contribuye a la mejora de la autoestima y la autoeficacia, aspectos fundamentales para el bienestar emocional. La percepción de logro y la mejora en la imagen corporal que acompañan a la actividad física regular pueden fortalecer la confianza en uno mismo, lo que a su vez reduce la vulnerabilidad emocional. Estos beneficios emocionales son observables en diversas modalidades de ejercicio, desde el entrenamiento aeróbico hasta prácticas más suaves como el yoga y el tai chi, cada una ofreciendo ventajas únicas para el equilibrio emocional (Ramírez Domínguez, 2022)

Por lo tanto, trabajar con el modelo de ACBP, y Positive Health contextos educativos, sanitarios o comunitarios permite desarrollar intervenciones más personalizadas y eficaces.

El contexto educativo de la Formación Profesional parece un buen escenario, para que el alumnado, trabaje con el modelo ACBP, aportando propuestas para la promoción de la salud, con el carácter adaptativo que promueve Positive Health, todo ello adaptado a las necesidades en actividad física, siendo además novedoso el contraste existente en dos poblaciones diferentes como son la etapa infantil, así como la tercera edad.

2. OBJETIVOS

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente y valorando la necesidad de implementar propuestas educativas innovadoras del tipo el aprendizaje colaborativo basado en proyectos unido a la promoción de la salud, desde el Centro Integrado Politécnico ETI de Tudela, y más concretamente desde la familia profesional de actividades físico deportivas, se ha llevado a cabo el proyecto de innovación “POSITIVE HEALTH” inspirado en el aprendizaje colaborativo basado en proyectos y más concretamente con el modelo KIMUA (Navarra, 2019).

Este proyecto nace de la necesidad de comparar los valores de positive Health, en función de la edad, lo que enfocara mejor las futuras intervenciones en salud pública.

Esta iniciativa, además pretende que el alumnado adquiriera competencias en la recogida y análisis de datos de los cuestionarios con las distintas dimensiones del bienestar integral. Así, se fomenta una formación que va más allá de la valoración, integrando aspectos emocionales y sociales en la interpretación de los resultados y en la intervención profesional.

2.1. OBJETIVOS PRINCIPALES

- Valorar los resultados de Positive Health de 2 colectivos, uno en edad infantil y otro de la tercera edad.
- Comparar los resultados de Positive Health de 2 colectivos, uno en edad infantil y otro de la tercera edad.
- Reflexionar la relevancia de la edad en lo que a diferencias en las dimensiones de Positive Health se refiere.
- Analizar la aplicabilidad educativa de estas herramientas, destacando su potencial para favorecer el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias profesionales en el alumnado de Formación Profesional.
- Promover una visión holística de la salud, subrayando la importancia de integrar la evaluación funcional y el bienestar subjetivo en el diseño de programas de promoción de la salud y calidad de vida.

3. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO

La redacción del presente capítulo ha tenido como base el proyecto de innovación docente denominado “POSITIVE HEALTH”.

Para su diseño, se tomaron como referencia las directrices metodológicas del programa KIMUA —una iniciativa promovida por el Departamento de Educación de Navarra que estructura el aprendizaje por fases siguiendo el modelo de rueda (Navarra, 2019) — así como los fundamentos del enfoque Positive Health impulsado a nivel estatal en los

Países Bajos. La combinación de ambas metodologías ha contribuido de forma decisiva a la estructuración, aplicación y éxito del proyecto que aquí se expone.

El estudio consistió en un proyecto de intervención formativa llevado a cabo con estudiantes de segundo curso del Grado Superior en Acondicionamiento Físico. El diseño del estudio fue de tipo descriptivo, transversal y observacional, orientado a analizar las dimensiones de salud integral propuestas por el modelo Positive Health (Huber, 2016). La investigación se desarrolló en el marco del proyecto de innovación educativa implementado en el Centro Integrado Politécnico ETI de Tudela, con la participación de alumnado de segundo curso de la familia profesional de actividades físico-deportivas, siguiendo el enfoque de aprendizaje colaborativo basado en proyectos y el modelo KIMUA (Navarra, 2019).

3.2. PARTICIPANTES

La muestra del estudio estuvo compuesta por un total de 35 personas, distribuidas en dos grupos de edad diferenciados para facilitar el análisis comparativo entre etapas vitales. El primer grupo incluyó a 18 alumnos y alumnas de 5º de primaria del CEIP Monte San Julián de Tudela, con edades comprendidas entre 10 y 11 años ($M = 10,5$; $DT = 0,5$). El segundo grupo estuvo formado por 17 personas mayores, con edades entre 67 y 84 años ($M = 74,2$; $DT = 4,8$), pertenecientes a la Asociación de Jubilados Pensionistas de la Ribera y usuarios del Centro de Día de Tudela.

La selección de los participantes se realizó mediante un muestreo por conveniencia, en función de la disponibilidad y la colaboración de los centros educativos y sociales implicados, siguiendo criterios éticos y de voluntariedad. Todos los participantes, o sus tutores legales en el caso de los menores, fueron informados sobre los objetivos y procedimientos del estudio, y otorgaron su consentimiento informado por escrito antes de iniciar la recogida de datos, conforme a la normativa vigente de protección de datos personales.

La diversidad de la muestra permitió comparar las dimensiones de Positive Health en dos colectivos con características funcionales y psicosociales contrastadas, enriqueciendo así la interpretación de los resultados y la aplicabilidad de las conclusiones del estudio.

3.3. INSTRUMENTOS

La selección y aplicación de instrumentos de evaluación apropiados fue fundamental para el desarrollo de este estudio, cuyo propósito central fue comparar los resultados de las dimensiones del modelo Positive Health en poblaciones infantil y sénior. Como parte del proceso de valoración, se incorporó un cuestionario basado en el enfoque de Positive Health (Huber, 2016) diseñado para explorar seis áreas clave del bienestar: estado emocional, condición física, relaciones sociales, percepción de calidad de vida, propósito vital y motivación diaria. Las preguntas fueron adaptadas a una escala tipo Likert con valores de 1-10, siendo 1 el valor mínimo y 10 el valor máximo, y ajustadas según la edad y nivel cognitivo de los grupos participantes, tanto en el caso de los escolares como en el de las personas mayores.

Esta herramienta permitió acceder a datos subjetivos relacionados con cómo las personas perciben su salud, información que habitualmente no se obtiene mediante pruebas funcionales estándar. Su integración, aportó una visión más completa del estado de salud.

Relativo al procedimiento de administración de los cuestionarios, su aplicación se llevó a cabo en colaboración con distintas entidades educativas y sociales. El grupo infantil, compuesto por 18 alumnos, fue evaluado en el CEIP Monte San Julián, mientras que el grupo de personas mayores, con 17 participantes, fue atendido en la Asociación de Pensionistas de la Ribera y en el centro de día de Tudela. Todo el proceso fue desarrollado por el alumnado participante, bajo la tutela del profesorado, garantizando el correcto seguimiento de los procedimientos establecidos y la confidencialidad de la información obtenida.

3.4 PROPUESTA EDUCATIVA

La experiencia educativa llevada a cabo con el alumnado de segundo curso del Grado Superior en Acondicionamiento Físico se desarrolló durante el curso académico 2024-2025. Esta propuesta permitió a los estudiantes combinar conocimientos teóricos con experiencias prácticas en un entorno real, favoreciendo un aprendizaje contextualizado y significativo. El propósito principal fue que los participantes aplicaran

sus saberes sobre la valoración de la salud integral, empleando herramientas actualizadas y metodologías activas.

La intervención se realizó en dos entornos claramente diferenciados: por un lado, con estudiantes de 5º de Primaria del CEIP Monte San Julián, y por otro, con adultos mayores pertenecientes a la Asociación de Jubilados Pensionistas de la Ribera y al Centro de Día de Tudela. En ambas situaciones, el alumnado desempeñó un papel activo en la gestión de las pruebas y en la recolección y procesamiento de los datos, asegurando la fiabilidad de la información y respetando los principios éticos del trabajo con personas.

Durante todo el proceso, los grupos de estudiantes organizaron su trabajo colaborativamente, distribuyendo las tareas de planificación, preparación del material y gestión logística de las sesiones de evaluación. El equipo docente acompañó la actividad de manera continua, supervisando la aplicación rigurosa del protocolo y garantizando la confidencialidad de los datos recogidos.

Una vez obtenidos los datos, el alumnado realizó un tratamiento estadístico inicial utilizando el programa SPSS, lo que les permitió comparar los niveles de fuerza de prensión entre grupos de edades diferentes y explorar relaciones con las dimensiones del modelo de salud positiva.

Como cierre del proyecto, los resultados fueron compartidos con los colectivos participantes y con la comunidad educativa, fomentando la reflexión crítica sobre la necesidad de aplicar métodos de evaluación globales y adaptados a las características individuales. Además, los estudiantes tuvieron la ocasión de elaborar propuestas de mejora y recomendaciones para futuras experiencias similares, consolidando así una formación orientada a la intervención profesional en el ámbito de la actividad física y la promoción de la salud.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de los datos se realizó con el software SPSS 22.0. Se empleó estadística descriptiva para resumir las características de la muestra. Además, se aplicó la prueba no paramétrica para comparar muestras

independientes U de Mann Whitney para comparar los grupos de edad. El nivel de significación se estableció en $p < 0.05$.

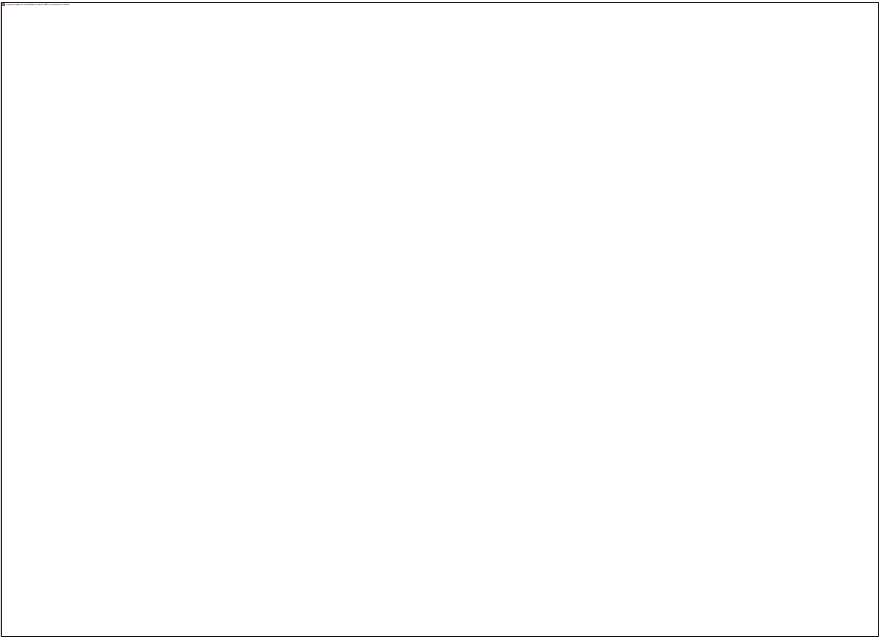
4. RESULTADOS

Los análisis estadísticos mostraron valores rangos para las 6 dimensiones en el colectivo de la Asociación de Jubilados de la Ribera y centro de Día de Tudela de 7,61-9,24, así como para el alumnado de Primaria de 8,61-9,73. Por lo que los promedios en todas las dimensiones del cuestionario Positive Health, fueron superiores a 7 puntos en ambos colectivos. Los análisis estadísticos mostraron diferencias significativas con un valor de $p > 0,05$ con resultado superior en el alumnado de Primaria para las dimensiones: funciones corporales, salud mental, sentido de vida, calidad de vida, y participación, mientras que para la dimensión funcionamiento diario en valor de $p = 0,225$. Los valores a nivel numérico, se pueden observar en la Tabla 1 así como en la Imagen 1.

TABLA 1. Resultados obtenidos respecto a la valoración de las dimensiones de Health Positive como al valor de p

Tabla por pregunta analizada	Tercera Edad	Alumnado de etapa Primaria	Valor p
Funciones corporales	7,61	8,61	$>0,05$
Salud mental	7,59	9,18	$>0,05$
Sentido de vida	8,37	9,33	$>0,05$
Calidad de Vida	8	9,73	$>0,05$
Participación	9,24	9,73	$>0,05$
Funcionamiento diario	8,61	9,41	0,225

GRÁFICO 1. *Diferencias pre post ejercicio físico emoción felicidad en la que sea significativo*



5. DISCUSIÓN

En la sociedad actual, la salud se ha consolidado como un eje central del desarrollo humano y social. Su importancia va más allá del plano individual, constituyéndose como un determinante clave de la equidad, la productividad y la cohesión comunitaria. En este contexto, el modelo Positive Health ofrece una renovación conceptual necesaria, al proponer una visión más dinámica y relacional de la salud. Este enfoque no se limita a la ausencia de enfermedad, sino que incorpora la capacidad de las personas a adaptarse y autogestionarse frente a los desafíos físicos, emocionales y sociales (Van Vliet, Giezenberg, & Huber, 2021) Dicha perspectiva es especialmente relevante en un mundo marcado por la incertidumbre, la rápida transformación tecnológica y el aumento de enfermedades crónicas, que requieren modelos de salud que integren múltiples dimensiones del bienestar.

Desde esta óptica, el análisis comparativo de distintos grupos etarios bajo el modelo Positive Health, permite obtener una lectura más matizada de cómo se manifiesta la salud en función del ciclo vital. En particular los resultados evidenciaron resultados significativamente superiores en el colectivo infantil, en las dimensiones: funciones corporales, salud mental, significado de vida, calidad de vida y participación en comparación con el grupo de la tercera edad, siendo estos coherentes con lo que a priori cabría esperar desde varias justificaciones teóricas y empíricas.

En primer lugar, cabe considerar el mayor capital físico del colectivo infantil. Durante la infancia y adolescencia los niveles de energía, movilidad y recuperación son óptimos, y se experimentan con menor frecuencia enfermedades crónicas o degenerativas. Esta realidad fisiológica se refleja en mejores puntuaciones en función corporal, una de las dimensiones más relacionadas con la edad biológica (López-Otín, Blasco, Partridge, Serrano, & Kroemer, 2013). Además, la infancia, es un periodo caracterizado por un desarrollo cognitivo y emocional aún en expansión, lo que puede asociarse a una percepción más positiva de la propia salud mental, menos condicionada por la carga acumulada de experiencias adversas o enfermedades mentales diagnosticadas.

En segundo lugar, el entorno psicosocial de los niños y niñas puede ofrecer factores protectores que explican sus puntuaciones superiores en otras dimensiones. Muchos niños participan activamente en estructuras educativas, recreativas y familiares que promueven el sentido de propósito, la calidad de vida y la participación social. En cambio, las personas mayores, especialmente aquellas que han atravesado procesos de jubilación, pérdida de redes sociales o duelo, pueden ver afectadas estas mismas dimensiones por una exposición a situaciones de aislamiento o falta de integración comunitaria (Harper, 2014). Esto no significa que el envejecimiento implique una disminución inevitable de bienestar, pero sí subraya la importancia del contexto y los recursos disponibles para sostenerlo.

No obstante, resulta especialmente interesante que no se observaran diferencias significativas entre ambos colectivos en la dimensión de funcionamiento diario. Este hallazgo sugiere que, más allá de las diferencias físicas o psicológicas, existen elementos de equilibrio funcional

que se conservan en ambos extremos del ciclo vital. En el caso de los mayores, es posible que factores como la experiencia acumulada, la estabilidad en las rutinas, y la capacidad para reorganizar su vida cotidiana en función de sus capacidades reales, contribuyan a mantener un nivel adecuado de funcionalidad. Por otro lado, el funcionamiento diario de los niños suele estar mediado por adultos responsables y estructuras organizadas (escuela, familia), lo cual también puede limitar la expresión autónoma de sus dificultades o necesidades de este ámbito específico. Es decir, ambos grupos pueden mantener una funcionalidad adaptativa, aunque por razones distintas

En conjunto, los resultados refuerzan la necesidad de adoptar marcos de salud que reconozcan la diversidad de trayectorias vitales y promuevan políticas de promoción del bienestar adaptadas a las particularidades de cada grupo etario. El modelo Positive Health, con su mirada holística y centrada en el potencial de cada individuo, constituye una herramienta poderosa para diseñar intervenciones más inclusivas, sensibles y eficaces.

6. CONCLUSIONES

El análisis comparativo de los resultados obtenidos mediante el modelo Positive Health, mostraron unos valores significativamente superiores en las dimensiones: funciones corporales, salud mental, sentido de vida, calidad de vida y participación. Para el grupo infantil, por lo que podemos interpretar un deterioro constante a lo largo de la vida. Estas diferencias pueden explicarse por factores asociados al ciclo vital.

Resulta relevante destacar la ausencia de diferencias significativas en la dimensión de funcionamiento diario, lo cual sugiere que ambos colectivos mantienen funciones similares, pero por diferentes vías.

El estudio permite reflexionar sobre la influencia de la edad en la percepción y vivencia de la salud, reafirmando la necesidad de enfoques diferenciados según la etapa vital. En el ámbito educativo estas herramientas ofrecen un enorme potencial para fomentar el aprendizaje significativo contribuyendo a la consecución de las competencias profesionales, acercando al alumnado a la realidad humana.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Agradecer en gran medida al departamento de educación de Navarra la adjudicación del proyecto de innovación tecnológica así como al alumnado colaborador, así como a todos y todas las participantes del proyecto. Por otro lado sin olvidar a los participantes y equipo directivo del CEIP Monte San Julián como a la Asociación de Pensionistas de la Ribera y usuarios del centro de DIA de Tudela, por su inestimable colaboración en otros apartados del proyecto que no figuran en el presente capítulo pero que han sido de gran ayuda para cumplimentarlo en otras áreas de trabajo que a su vez han ayudado a la formación del alumnado.

8. REFERENCIAS

- Chiva Bartoll, O., Corbatón Martínez, R. G., & Zorrilla Silvestre, L. (2015). Efecto de un programa de aprendizaje-servicio sobre el clima motivacional en la asignatura "Actividad físico-deportiva y salud". *Tándem: Didáctica de la educación física*, N° 48, págs. 47-55.
- Dudley. (2022). The impact os Practical Experience on Health Professional Students Learning. *BMC Medical Education*, 22, 1-12.
- George, E. S., El Massi, A., Kwasnicka, D., Romeo, A., Cavallin, S., Bennir, A.,... Guagliano, J. M. (2022). Effectiveness of Adult Health Promotion Interventions Delivered Through Professional Sport: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.*, Nov;52(11):2637-2655. doi: 10.1007/s40279-022-01705-z. Epub 2022 Jun 16.
- Group, W. (1995). The world Health Organization Quality of Life assesment: position paper from the World Health Organization. *Social Science & Medicine*, 41(10), 1403-1409.
- Harper, S. (2014). Economic and social implications of aging societies. *Science*, 346 (6209), 587-591.
- Huber, M. (2016). Towards a patient-centred operationalisation of the new dynamic concept of health: a mixed methods study. *BMJ Open*, (6(1).
- López-Otín, C., Blasco, M., Partridge, L., Serrano, M., & Kroemer, G. (2013). The hallmarks of aging. *Cell*, 153(6), 1194-1217.
- Navarra, E. (2019). *Aprendizaje colaborativo. Una guía metodológica del aprendizaje colaborativo basado en proyectos "ACBP". Una labor de equipo*. Zas comunicación.

- Pellicer, I., López González, L., Mateu Serra, M., Mestres Pastor, L., Monguillot Hernando, M., & Ruiz Omeñaca, J. V. (2015). *NeuroEF: la revolución de la Educación Física desde la neurociencia*. Barcelona: INDE.
- Ramírez Domínguez, R. (2022). Proyecto de innovación docente "Activa salud", una propuesta, un aprendizaje deservicio para la promoción de la salud desarrollada a través del aprendizaje colaborativo basado en proyectos. En C. C. Carlos Hervás-Gómez, *Formación del profesorado y metodologías activas en la educación del siglo XXI* (págs. ISBN 978-84-1122-460-4, págs. 314-329). Dykinson.
- Salud, O. M. (1948). *Constitución de la Organización Mundial de la Salud*.
- Twenge, J., Joiner, T., Rogers, M., & Martin, G. N. (2018). Increases in depressive symptoms suicide-related outcomes, and suicide rates among U.S. adolescents after 2010 and links to increased new media screen time. *Clinical Psychological Science*, 6(1), 3-17.
- Van Vliet, M., Giezenberg, M., & Huber, M. (2021). Positive Health Measuring the six dimensions of health. *European Journal of Public Health*, 31 (Supplement_3).

