



COLECCIÓN CONOCIMIENTO CONTEMPORÁNEO

# Construyendo la educación del futuro en áreas de ingeniería, economía y STEM

**Coords.**

Alejandro Martín

José Luís Mateu Gordon

Rocío Guede Cid

*Dykinson, S.L.*

CONSTRUYENDO LA EDUCACIÓN DEL FUTURO  
EN ÁREAS DE INGENIERÍA, ECONOMÍA Y STEM



COLECCIÓN CONOCIMIENTO CONTEMPORÁNEO

---

CONSTRUYENDO LA EDUCACIÓN DEL FUTURO  
EN ÁREAS DE INGENIERÍA, ECONOMÍA Y STEM

---

Coords.

ALEJANDRO MARTÍN  
JOSÉ LUÍS MATEU GORDON  
ROCÍO GUEDE CID

*Dykinson, S.L.*

2023

CONSTRUYENDO LA EDUCACIÓN DEL FUTURO EN ÁREAS DE INGENIERÍA,  
ECONOMÍA Y STEAM

Diseño de cubierta y maquetación: Francisco Anaya Benítez

© de los textos: los autores

© de la presente edición: Dykinson S.L.

Madrid - 2023

N.º 129 de la colección Conocimiento Contemporáneo

1ª edición, 2023

ISBN: 978-84-1170-150-1

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.

# INDICE

---

INTRODUCCIÓN.....	13
ALEJANDRO MARTÍN GARCÍA	
JOSÉ LUIS MATEU GORDON	
ROCÍO GUEDE CID	

## SECCIÓN I INNOVACIÓN EDUCATIVA EN INGENIERÍA

CAPÍTULO 1. AI IN THE CLASSROOM: EXPLORING THE UNTAPPED POTENTIAL OF LANGUAGE GENERATIVE MODELS IN UNIVERSITY TEACHING .....	38
MARÍA VALERO REDONDO	
ALEJANDRO MARTÍN GARCÍA	

CAPÍTULO 2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: INGENIERÍA INFORMÁTICA.....	54
FRANCISCO DANIEL PÉREZ CANO	
JUAN JOSÉ JIMÉNEZ DELGADO	
GEMA PARRA CABRERA	

CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA.....	67
ALBERTO PICARDO	
AMANDA MARTÍN-MARISCAL	
ESTELA PERALTA	

CAPÍTULO 4. EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA MEJORA DE LA LECTURA CRÍTICA DE PROGRAMAS.....	85
MARÍA INMACULADA SANTAMARÍA VALENZUELA	
AUREA ANGUERA DE SOJO HERNÁNDEZ	
ÁNGEL PANIZO LLEDOT	
JAVIER HUERTAS TATO	

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS SOBRE LA RETROALIMENTACIÓN EDUCATIVA EN LA ESPECIALIDAD SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN DEL IT DE LERDO MEDIANTE ALGORITMOS DE PROCESAMIENTO NATURAL DEL LENGUAJE.....	108
CARLOS LEOBARDO BADILLO ALONSO	

<b>CAPÍTULO 6. METODOLOGÍA BASADA EN PROYECTOS. PRÁCTICAS Y EXAMEN COOPERATIVO EN GEOMÁTICA: RESULTADOS PRELIMINARES .....</b>	<b>119</b>
<p>FERNANDO PÉREZ PORRAS  SUSANA CANTÓN MARTÍNEZ  FRANCISCO JAVIER MESAS CARRASCOSA  JORGE TORRES SÁNCHEZ</p>	
<b>CAPÍTULO 7. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE LA ASIGNATURA “ELEMENTOS PREFABRICADOS” Y PROPUESTA DE APRENDIZAJE REFORZADO BASADO EN TALLERES DE SIMULACIÓN DE PROYECTOS.</b>	<b>133</b>
<p>MARÍA LOURDES JALÓN RAMÍREZ</p>	
<b>CAPÍTULO 8. COMBINAR EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS CON LA GAMIFICACIÓN COMO MOTIVACIÓN LÚDICA PARA MEJORAR LA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE.....</b>	<b>154</b>
<p>MARÍA DEL CARMEN GUERRERO DELGADO  TERESA ROCÍO PALOMO AMORES  JOSÉ SÁNCHEZ RAMOS</p>	
<b>CAPÍTULO 9. GAMIFICACIÓN NUEVAS VÍAS PARA MEJORAR LA MOTIVACIÓN.....</b>	<b>177</b>
<p>HELENA LIZ LÓPEZ  MARÍA INMACULADA SANTAMARÍA VALENZUELA  AUREA ANGUERA DE SOJO HERNÁNDEZ  ÁNGEL PANIZO LLEDOT</p>	
<b>CAPÍTULO 10. IMPACT OF THE ONLINE QUIZZING GAME ‘KAHOOT!’ IN THE ACADEMIC PERFORMANCE WHEN USED AS EVALUATION TOOL: A THREE-YEARS STUDY IN A LABORATORY AT THE UNIVERSITY OF LA LAGUNA (CANARY ISLANDS, SPAIN).....</b>	<b>195</b>
<p>SERGIO J. ÁLVAREZ-MÉNDEZ  JALEL MAHOUACHI MAHOUACHI</p>	
<b>CAPÍTULO 11. APRENDIENDO FÍSICA CON EL MÓVIL: LA INGENIERÍA EN TUS MANOS.....</b>	<b>212</b>
<p>SANTIAGO OVIEDO-CASADO  MARÍA ROSA MENA REQUENA</p>	
<b>CAPÍTULO 12. APRENDIZAJE COOPERATIVO EN LAS AULAS UNIVERSITARIAS. ROMPIENDO CON EL INDIVIDUALISMO DEL ALUMNADO EN ENSEÑANZAS TÉCNICAS .....</b>	<b>229</b>
<p>TERESA PALOMO AMORES  M<sup>a</sup> CARMEN GUERRERO DELGADO  JOSÉ SÁNCHEZ RAMOS</p>	

CAPÍTULO 13. <i>FLIPPED CLASSROOM</i> COMO HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE AUTORREGULACIÓN DEL APRENDIZAJE EN ALUMNOS DE PRIMER CURSO DEL GRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA .....	246
VANESSA RIPOLL MORALES	
MARINA GODINO OJER	
NOEMY MARTÍN SANZ	
BELÉN OBISPO DÍAZ	
CAPÍTULO 14. EL PROCESO DE VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN COMO FORMA DE COMPRENSIÓN DE PROGRAMAS .....	266
MARÍA INMACULADA SANTAMARÍA VALENZUELA	
HELENA LIZ LÓPEZ	
ÁNGEL PANIZO LLEDOT	
JAVIER HUERTAS TATO	
CAPÍTULO 15. SOFT SKILLS: THE CASE OF ESP COMMUNICATION IN ENGINEERING .....	283
CARMEN LUJÁN-GARCÍA	
SORAYA GARCÍA-SÁNCHEZ	
CAPÍTULO 16. ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS AVANZADAS EN EXCEL A TRAVÉS DE LA SIMULACIÓN DE MOTORES .....	304
BLANCA GIMÉNEZ OLAVARRÍA	
PEDRO GABANA MOLINA	
CAPÍTULO 17. ELEMENTOS DE UNA ÉTICA COMUNITARIA QUE EMERGEN EN EL DESARROLLO DE TAREAS EN UN CURSO DE MÉTODOS NUMÉRICOS PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA... ..	326
LINA MARCELA DÍAZ FERNÁNDEZ	
JULIETH KATHERINE RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ	
CAPÍTULO 18. EL USO DE LA HERRAMIENTA DE DEBATE PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA TRANSVERSAL DE RAZONAMIENTO CRÍTICO .....	336
ÁUREA ANGUERA DE SOJO HERNÁNDEZ	
SERGIO D´ANTONIO MACEIRAS	
HELENA LIZ LÓPEZ	
ÁNGEL PANIZO LLEDOT	
CAPÍTULO 19. ESTIMACIÓN DEL BENEFICIO ECONÓMICO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN MEDIANTE LA CODIFICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN R.....	352
MARY LUZ MOURONTE LÓPEZ	
CAPÍTULO 20. ESTUDIO DE ACCIDENTES MARÍTIMOS BASADOS EN LA VIDA REAL: SEMINARIOS DE LA ASIGNATURA REGLAMENTOS Y SEÑALES DEL GRADO DE NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO. ....	371
NURIA SIERRA RUEDA	

CAPÍTULO 21. POTENCIANDO LA OPERATIVIDAD DEL ANÁLISIS DE RIESGOS EN PROCESOS TRANSACCIONALES MEDIANTE FMEA ..... 383

JORGE LUIS CHAVEZ-PEREZ  
JOSÉ ROBERTO CANTÚ-GONZÁLEZ

SECCIÓN II.

INNOVACIÓN EDUCATIVA EN ECONOMÍA Y EMPRESA

CAPÍTULO 22. LAS METODOLOGÍAS ACTIVAS COMO ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE DE LA HISTORIA ECONÓMICA..... 398

MARÍA DOLORES SÁNCHEZ SÁNCHEZ

CAPÍTULO 23. LA EXPERIENCIA DE LA VISITA A EMPRESA EN ACTIVO: UN ANÁLISIS DESDE UNA PERSPECTIVA EDUCATIVA ..414

GOIZALDE HERNANDO-SARATXAGA  
GALDER GUENAGA-GARAI

CAPÍTULO 24. EL DESEADO AJUSTE UNIVERSIDAD-EMPRESA. EL ‘LEARNING BY DOING’ APLICADO A LOS PROCESOS DE EVALUACIÓN COMO ACTIVADOR DEL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE..... 440

ANALÍA LÓPEZ-CARBALLEIRA  
M<sup>o</sup> ÁNGELES LÓPEZ-CABARCOS

CAPÍTULO 25. APRENDIZAJE COLABORATIVO A TRAVÉS DEL USO DE LAS TIC EN CONTABILIDAD..... 454

MÓNICA GONZÁLEZ MORALES  
ARACELI AMORÓS MARTÍNEZ  
JOSÉ ANTONIO CAVERO RUBIO

CAPÍTULO 26. ACTITUDES Y PERCEPCIONES DE LOS ESTUDIANTES DE ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN EMPRESAS HACIA LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL..... 470

CRISTINA ALMARAZ-LÓPEZ  
FERNANDO ALMARAZ-MENÉNDEZ  
CARMEN LÓPEZ-ESTEBAN

CAPÍTULO 27. INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y *WEB SCRAPING* APLICADO AL APRENDIZAJE DE INVESTIGACIÓN DE MERCADOS. 487

SOFIA BLANCO-MORENO  
AROA COSTA-FEITO  
ANA M. GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ  
MIGUEL CERVANTES-BLANCO



CAPÍTULO 28. LA INNOVACIÓN DOCENTE EN LOS DOBLES GRADOS: UN ESTUDIO PARA DERECHO Y ADE.....	508
<p>JORGE GALLUD CANO  FÉLIX J. LÓPEZ ITURRIAGA  PEDRO PABLO ORTÚÑEZ GOICOLEA</p>	
CAPÍTULO 29. IMPACTO DEL NIVEL COMPETENCIAL AUTOPERCIBIDO SOBRE EL APRENDIZAJE DERIVADO DE TÉCNICAS DE EVALUACIÓN PARTICIPATIVAS.....	523
<p>BEATRIZ GONZÁLEZ-VÁZQUEZ  NURIA RODRÍGUEZ-LÓPEZ  M. EVA DIZ-COMESAÑA</p>	
CAPÍTULO 30. IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PROFESIONAL BLOOMBERG EN LA ASIGNATURA INSTRUMENTOS FINANCIEROS DEL GRADO EN ADE DE LA UNIVERSIDAD CEU SAN PABLO: ANÁLISIS DE LA VALORACIÓN DE LOS ESTUDIANTES .....	543
<p>JOSE LUIS MATEU GORDON  JAVIER ITURRIOZ DEL CAMPO</p>	
CAPÍTULO 31. AUTOEVALUACIÓN Y COEVALUACIÓN DESDE LA PERSPECTIVA DEL ESTUDIANTE .....	564
<p>AZUCENA PENELAS-LEGUÍA  PEDRO CUESTA-VALIÑO  JOSÉ MARÍA LÓPEZ-SANZ  ESTELA NÚÑEZ-BARRIOPEDRO</p>	
CAPÍTULO 32. IMPLEMENTACIÓN DE LA TEORÍA DE JUEGOS MEDIANTE GAMIFICACIÓN PARA EL APRENDIZAJE DE TOMA DE DECISIONES EN CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE.....	577
<p>LUIS A. MILLAN-TUDELA  BARTOLOMÉ MARCO-LAJARA  JAVIER MARTÍNEZ-FALCÓ  EDUARDO SÁNCHEZ-GARCÍA</p>	
CAPÍTULO 33. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN DOCENTE: DESARROLLO DE PROCESOS DE EMPRENDIMIENTO UNIVERSITARIO DE BASE TECNOLÓGICA .....	594
<p>RICARDO REIER FORRADELLAS  LUIS MIGUEL GARAY GALLESTEGUI</p>	
CAPÍTULO 34. LA INCLUSIÓN DEL INSTRUMENTO WEBQUEST EN EL APRENDIZAJE POR PROYECTOS EN ASIGNATURAS BILINGÜES DEL GRADO DE ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS ...	609
<p>LETICIA GALLEGO-VALERO  ENCARNACIÓN MORAL-PAJARES  JUAN DE-LOMA-OSSORIO-MATA</p>	

CAPÍTULO 35. VALIDACIÓN DE UN INSTRUMENTO PARA EVALUAR LA COMPETENCIA DE TRABAJO EN EQUIPO EN EL CICLO FORMATIVO DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS ..... 624

JORGE NIETO-ORTIZ  
JULIÁN ROA GONZÁLEZ  
DAVID LIZCANO CASAS

CAPÍTULO 36. LA ADECUACIÓN DE LAS HABILIDADES JUVENILES PARA EL TRABAJO DEL FUTURO ..... 646

GEMA GARCÍA ROJAS  
FEDERICO SOTO GONZÁLEZ  
MANUEL PRIMO PRIETO

CAPÍTULO 37. EL METODO DEL CASO APLICADO EN LA DOCENCIA DEL MARKETING..... 664

MARÍA TERESA FERNÁNDEZ ALLES

CAPÍTULO 38. PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (LMS) COMO APOYO EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DIGITALES EN LA LICENCIATURA DE ADMINISTRACIÓN ..... 683

REGINA LEAL GÜEMEZ  
SALVADOR T. PORRAS DUARTE

CAPÍTULO 39. ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DEL ALUMNADO DEL GRADO DE ECONOMÍA PARTICIPANTE EN LA EVALUACIÓN CONTINUA ..... 705

JAVIER MATAMOROS BECERRA

CAPÍTULO 40. KAHOOT! COMO METODOLOGÍA ACTIVA EN LA DOCENCIA: UN ESTUDIO DE CASO..... 722

RICARDO CURTO RODRÍGUEZ

CAPÍTULO 41. MEJORACAT, UNA VISIÓN DIDÁCTICA DE CONTRIBUCIÓN A LA MEJORA DEL DESEMPEÑO ORGANIZACIONAL MEDIANTE TECNOLOGÍA COMPUTACIONAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... 737

JOSÉ ROBERTO CANTÚ-GONZÁLEZ  
JESÚS ABRAHAM CASTORENA-PEÑA  
ALMA JOVITA DOMÍNGUEZ-LUGO

### SECCIÓN III

#### INNOVACIÓN EDUCATIVA EN EL ÁMBITO STEM

CAPÍTULO 42. ¿“ACTIVIDAD PRÁCTICA” O “SITUACIÓN DE APRENDIZAJE”? LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA..... 755

ESTHER CASCAROSA SALILLAS

CAPÍTULO 43. UTILIZACIÓN DE ORGANISMOS MODELO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.....	771
DANIEL BARRANCO	
CAPÍTULO 44. EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LA LIMPIEZA DE UNA NAVE ESPACIAL. UNA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE PARA EL AULA DE CIENCIAS ..	786
JESÚS RAMÓN GIRÓN GAMBERO	
CAPÍTULO 45. ENFRIANDO BEBIDAS, CALENTANDO IDEAS: ESTUDIO DE LA PERCEPCIÓN DE DOCENTES DE QUÍMICA EN FORMACIÓN INICIAL SOBRE UNA ACTIVIDAD ABP CON ENFOQUE STEM.....	805
GREGORIO JIMÉNEZ VALVERDE	
MIREIA ESPARZA PAGÈS	
GENINA CALAFELL I SUBIRÀ	
CARLOS HERAS PANIAGUA	
CAPÍTULO 46. LA FUERZA DE LA GRAVEDAD: EQUILIBRIO, PESO E INERCIA EN LOS PROYECTOS DE ARQUITECTURA. APRENDIENDO SUS LEYES EN TALLERES TRANSVERSALES .....	825
CARLOS MIGUEL IGLESIAS SANZ	
GASTÓN SANGLIER CONTRERAS	
CAPÍTULO 47. MATEMAGIA COMO RECURSO MODIFICADOR DE LA ACTITUD HACIA LAS MATEMÁTICAS EN 6º CURSO DE EDUCACIÓN PRIMARIA .....	851
FERNANDO ORTIZ GÓMEZ	
JOSÉ LUIS DÍAZ	
JULIÁN ROA GONZÁLEZ	
CAPÍTULO 48. MEDICIÓN DE LA ANSIEDAD MATEMÁTICA: REVISIÓN Y APLICACIÓN REAL EN ESTUDIANTES DEL GRADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y EDUCACIÓN INFANTIL .....	869
FERNANDO CALLE-ALONSO	
CAPÍTULO 49. PERSPECTIVAS DOCENTES E INSTITUCIONALES EN UN CURSO DE ECUACIONES DIFERENCIALES EN INGENIERÍA.....	894
JOSÉ LUIS DÍAZ PALENCIA	
CAPÍTULO 50. PRIMER SEMINARIO DE LA FACULTAD DE TURISMO DE LA UNIVERSIDAD DE A CORUÑA. INTERMEDIACIÓN TURÍSTICA: LAS REDES SOCIALES EN EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES EN EL CICLO DEL VIAJE .....	913
ÁNGEL RODRÍGUEZ PALLAS	
ANA MONTOYA REYES	
CAPÍTULO 51. LA REALIDAD AUMENTADA EN EDUCACIÓN PRIMARIA. OPORTUNIDADES DIDÁCTICAS EN EL AULA DE CIENCIAS.....	931
EVA IZQUIERDO SANCHIS	
ISABEL PONT NICLOS	

CAPÍTULO 52. “REALIDAD AUMENTADA, MÁS ALLÁ DE LA HISTORIA” UN PROYECTO DE APRENDIZAJE STEAM Y ABP PARA MEJORAR COMPETENCIAS TRANSVERSALES .....	946
SILVIA HUSTED RAMOS	
GLORIA OLIVIA RODRÍGUEZ GARAY	
MARTHA PATRICIA ÁLVAREZ CHÁVEZ	
CAPÍTULO 53. INFLUENCIA DEL JUEGO SERIO VIDA 3.0 EN LA DOCENCIA UNIVERSITARIA.....	981
JOSÉ ALBERTO AIJÓN JIMÉNEZ	
JOSÉ MANUEL LÓPEZ LÓPEZ	
CAPÍTULO 54. NUEVAS FORMAS DE DISEÑO: BIOMIMETISMO Y DISEÑO BIOFÍLICO COMO FUENTES DE INSPIRACIÓN PARA UNA NUEVA ARQUITECTURA.....	1005
GASTÓN SANGLIER CONTRERAS	
CARLOS MIGUEL IGLESIAS SANZ	
CAPÍTULO 55. OPTIMIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA EDUCATIVA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR MEDIANTE EL USO DE MODELOS PREDICTIVOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO: ¿EFECTO DE ESTRATEGIAS O ACCIONES INDIVIDUALES?.....	1028
LUIS MIGUEL GARAY GALLASTEGUI	
RICARDO REIER FORRADELLAS	
CAPÍTULO 56. PROGRAMA DE FORMACIÓN DE ENFOQUE DE NEUROEDUCACIÓN PARA FAVORECER LA IMAGINACIÓN CREATIVA EN JÓVENES .....	1045
CARMEN NAYIBE ROMERO PALACIOS	

## 1. INTRODUCCIÓN

La innovación educativa y docente en las instituciones académicas ha experimentado un gran avance en los últimos años, gracias a la aplicación de diversas herramientas y enfoques pedagógicos que buscan mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes y prepararlos de manera más efectiva para los desafíos del mundo actual.

Una de las tendencias más destacadas en este ámbito es la implementación de técnicas de gamificación, que consiste en el uso de elementos propios de los juegos en entornos educativos. Estas técnicas se han utilizado con éxito para motivar a los estudiantes a participar activamente en el proceso de aprendizaje, fomentando la competencia, la colaboración y el desarrollo de habilidades. A través de actividades interactivas, desafíos y simulaciones, los estudiantes pueden aplicar conceptos teóricos y desarrollar habilidades clave, como la toma de decisiones, la resolución de problemas y la gestión de recursos.

Otra herramienta importante en la innovación educativa es el uso de simulaciones. Estas permiten recrear situaciones reales en un entorno virtual, donde los estudiantes pueden experimentar y practicar diferentes estrategias y tomar decisiones en un entorno seguro. Estas simulaciones pueden abarcar áreas muy diversas de la ciencia, proporcionando a los estudiantes experiencia práctica y el desarrollo de un pensamiento crítico y analítico.

El desarrollo de habilidades y competencias es otro aspecto fundamental en la innovación educativa. Ya no se trata solo de transmitir conocimientos teóricos, sino de formar a los estudiantes en habilidades como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva, el liderazgo, la creatividad y la resolución de problemas. Estas competencias son esenciales en el mundo actual, caracterizado por su dinamismo y globalización. Para desarrollar estas habilidades, se utilizan metodologías activas de aprendizaje, como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo en grupos y la resolución de casos prácticos.

La inteligencia artificial (IA) también está desempeñando un papel cada vez más relevante en la innovación educativa. La IA puede utilizarse para personalizar el aprendizaje, adaptando los materiales y las actividades a las necesidades e intereses de cada estudiante. Además, puede proporcionar retroalimentación instantánea y evaluaciones automatizadas, lo que agiliza el proceso de aprendizaje y permite un seguimiento más detallado del progreso de los estudiantes. La IA también puede ser utilizada para analizar grandes cantidades de datos y extraer información relevante para mejorar la toma de decisiones.

Los casos prácticos profesionales son una herramienta fundamental en la enseñanza de materias, ya que permiten a los estudiantes aplicar los conceptos teóricos a situaciones reales y enfrentarse a desafíos concretos. A través del análisis de casos prácticos, los estudiantes desarrollan habilidades de resolución de problemas, pensamiento crítico y capacidad de análisis. Además, fomentan la colaboración y el trabajo en equipo, ya que los estudiantes suelen abordarlos conjuntamente, compartiendo ideas y buscando soluciones de manera colaborativa.

La colaboración con diferentes instituciones es otro aspecto fundamental en la innovación educativa. A través de alianzas estratégicas, las instituciones académicas pueden establecer vínculos directos con el mundo laboral, enriqueciendo la experiencia educativa de los estudiantes. A través de programas de prácticas y proyectos conjuntos, los estudiantes tienen la oportunidad de conocer de cerca la realidad y aplicar sus conocimientos en entornos reales. Además, estas colaboraciones facilitan el acceso a recursos y casos de estudio actualizados.

La innovación educativa y docente en las instituciones académicas se ha caracterizado por la aplicación de diversas herramientas y enfoques pedagógicos que buscan mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes y prepararlos de manera efectiva para el mundo actual. La gamificación, las herramientas de simulación, el desarrollo de habilidades y competencias, la inteligencia artificial, los casos prácticos profesionales y la colaboración con diferentes instituciones son solo algunas de las estrategias que se han implementado con éxito. Estas iniciativas promueven un aprendizaje más activo, práctico y relevante, permitiendo a los estudiantes adquirir las habilidades y conocimientos necesarios para enfrentar los desafíos actuales.

El conjunto de capítulos que componen este libro se organizan en 3 secciones principales, una dedicada a la innovación educativa en el ámbito de las ingenierías, una segunda dedicada al entorno de la economía y la empresa y, finalmente, una tercera sección analiza el papel de STEM en la innovación educativa. A continuación, se presenta cada una de estas secciones y los trabajos que las componen.

## SECCIÓN I – INNOVACIÓN EDUCATIVA EN INGENIERÍA

Dentro de esta sección, un conjunto de 21 capítulos analiza y propone nuevos enfoques encaminados a la mejora docente mediante nuevas técnicas innovadoras. A lo largo de estos capítulos, se aborda el papel de la Inteligencia Artificial y cómo está conduciendo a mejoras en este terreno, se proponen nuevas propuestas basadas en aprendizaje por proyectos, se incluyen nuevos enfoques mediante la aplicación de gamificación y uso de nuevas tecnologías, se proponen nuevas estrategias, se analiza el papel de la ética y razonamiento y, por último, se presentan algunos casos concretos.

De forma más detallada, se comienza con cinco capítulos centrados en la integración de IA en el aula. Un primer capítulo explora el potencial no aprovechado todavía plenamente de los modelos generativos de lenguaje en la enseñanza universitaria. Los autores examinan el impacto actual de estos modelos en la educación, evaluando su uso desde las perspectivas de profesores y estudiantes. A través de un análisis de la

literatura relevante, prácticas actuales, estudios de caso y recopilación de feedback, buscan identificar los beneficios y desafíos asociados con su uso. Destacan cómo los modelos de lenguaje pueden mejorar el aprendizaje de los estudiantes y la efectividad de la enseñanza en diferentes disciplinas académicas, alentando a los profesores a reconocer su valor y explorar su integración en las prácticas docentes. Además, se discuten las consideraciones éticas y de privacidad relacionadas con su uso en las aulas.

Un segundo capítulo se enfoca en la integración de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación superior, con especial atención en la ingeniería informática. Los autores discuten cómo el avance tecnológico ha transformado la enseñanza, introduciendo métodos y herramientas interactivas que enriquecen el aprendizaje. La ingeniería informática, una disciplina en constante evolución, demanda docentes altamente capacitados y dispuestos a adaptarse a nuevas tecnologías y actualizar sus contenidos. La IA, aunque ya existente por años, ha ganado popularidad recientemente debido a su potencial significativo, causando tanto aceptación como rechazo en la sociedad y forzando a organismos como la Unión Europea a regular su uso.

En tercer lugar, los autores describen cómo la IA está ganando relevancia en la educación superior y puede transformar procesos de gestión y docencia, agilizando tareas administrativas y personalizando la enseñanza. Se mencionan varias herramientas que pueden mejorar la calidad de la enseñanza, como asistentes virtuales, sistemas de retroalimentación automática y sistemas de tutoría. Una de las herramientas más destacadas son los Sistemas de Tutorización Inteligente (STI), que ofrecen una experiencia de aprendizaje personalizada y adaptativa para los estudiantes.

El cuarto capítulo propone el uso de la Inteligencia Artificial (IA) como una herramienta auxiliar en la enseñanza y aprendizaje de la programación. Los autores sugieren que, a pesar de que las herramientas de IA, como ChatGPT, pueden cometer errores, al enseñar a los estudiantes cómo usarlas y leer críticamente sus respuestas, se pueden mejorar las habilidades de los estudiantes en análisis, síntesis, resolución de problemas, comunicación escrita, aprendizaje autónomo y uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC). Las herramientas específicas



propuestas incluyen el editor Visual Studio Code con la extensión Github Copilot para el desarrollo de código y ai-auto-documentation o Readable para la documentación automática en Python o Java. Los estudiantes luego analizarían las respuestas de la IA, las evaluarían entre pares y darían forma final al ejercicio integrando las ventajas de todas las soluciones.

En el capítulo quinto, se examina la importancia de la retroalimentación efectiva en la educación, específicamente en la carrera de Ingeniería en Informática con especialización en ciberseguridad en la Universidad Tecnológico Nacional de México, campus Lerdo (ITSL). Observa cómo la retroalimentación negativa puede desmotivar a los estudiantes y llevar a un incremento en el índice de reprobación. El autor propone llevar a cabo un estudio para clasificar los tipos de retroalimentación dada por los profesores utilizando algoritmos de procesamiento de lenguaje natural. Además, sugiere la implementación de una herramienta computacional para ayudar a los docentes a identificar el tipo de retroalimentación que proporcionan a los estudiantes.

A continuación, tres capítulos se enfocan en la aplicación de metodologías basadas en la realización de proyectos. El primer capítulo de esta parte, el sexto de este libro, aborda la problemática en la enseñanza de ingeniería y arquitectura, específicamente en relación con la disminución de la matriculación, el bajo rendimiento estudiantil y la alta tasa de abandono. Además, destaca la importancia de estas disciplinas en el mercado laboral y la necesidad de abordar estos problemas para satisfacer la demanda futura. Una posible solución propuesta es la implementación del aprendizaje cooperativo como metodología docente. Esta metodología implica que los estudiantes trabajen en grupos pequeños, asumiendo la responsabilidad de su propio aprendizaje y el de sus compañeros. El docente actúa como guía y fomenta el desarrollo de habilidades interpersonales y de trabajo en equipo, así como habilidades intelectuales de alto nivel. El aprendizaje cooperativo ha demostrado mejorar la eficacia del aprendizaje percibido por los alumnos y promover la responsabilidad y el compromiso.

En el capítulo 7, podremos encontrar un enfoque centrado en la asignatura "Elementos Prefabricados" en las Escuelas de Ingeniería Civil, se

observa que el contenido se centra principalmente en aspectos constructivos y materiales, con menos énfasis en el diseño. Para abordar esta brecha, se propone la incorporación de un taller de simulación de proyectos como una innovación en la asignatura. Este taller tiene como objetivo reforzar las competencias de diseño y cálculo de elementos estructurales prefabricados de hormigón armado o pretensado, y permitir que los estudiantes adquieran las competencias específicas propuestas para la materia.

Posteriormente, el capítulo 8 analiza la realidad educativa actual en la que los estudiantes muestran una actitud pasiva y desinterés hacia la asignatura, así como el rechazo hacia la metodología tradicional. Ante esto, se busca nuevas tecnologías y metodologías docentes que motiven el aprendizaje de los alumnos. Se propone la combinación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) con la gamificación como una estrategia didáctica híbrida para crear una experiencia de aprendizaje más efectiva y atractiva. El ABP permite a los estudiantes trabajar en proyectos que les interesen y aplicar lo que han aprendido, mientras que la gamificación convierte el proceso de aprendizaje en un juego con reglas, puntuaciones y una meta visible a corto plazo. Esta combinación busca aumentar la motivación de los estudiantes, fomentar el aprendizaje significativo, promover la interacción y colaboración, proporcionar feedback inmediato y hacer el aprendizaje más divertido.

Los siguientes capítulos giran alrededor del uso de gamificación y nuevas tecnologías en el aula. El capítulo 9 aborda el problema de la falta de motivación y compromiso por parte de los estudiantes en la enseñanza superior, especialmente en la rama de ingeniería y arquitectura. Se destaca que esta rama tiene una alta tasa de abandono y baja tasa de rendimiento académico. Ante esta situación, se plantea la necesidad de implementar nuevas estrategias pedagógicas y tecnologías para mejorar la participación activa de los estudiantes y su rendimiento. El capítulo se centra en el uso de la gamificación como herramienta para mejorar el rendimiento académico en asignaturas de programación básica en grados de ingeniería informática. Se destaca la cercanía de los estudiantes a las tecnologías de la información y los videojuegos, así como la ventaja de aplicar esta metodología en los primeros cursos de la carrera.

El capítulo 10, también se centra en el uso de 'Kahoot!' como una herramienta de evaluación en el contexto universitario. Se destaca que 'Kahoot!' es una plataforma virtual que permite a los profesores crear juegos de preguntas y respuestas para ser jugados por los estudiantes, tanto de forma individual como en grupos. Se mencionan los beneficios de incluir juegos de preguntas frecuentes como una herramienta motivadora en el aprendizaje mixto y se destaca la popularidad de plataformas virtuales como 'Kahoot!', 'Socrative' y 'Quizizz' para este propósito. Se muestra cómo 'Kahoot!' permite al profesor crear y compartir cuestionarios personalizados y cómo los estudiantes pueden participar en el juego utilizando sus propios dispositivos.

El undécimo capítulo acoge el uso de la aplicación móvil PhyPhox como una alternativa a las prácticas de laboratorio tradicionales en la enseñanza de la física en grados de ingeniería. Se destaca que la física es una asignatura fundamental para la formación en ingeniería, ya que no solo proporciona conocimientos técnicos, sino que también promueve un pensamiento abstracto y la resolución de problemas.

Una vez analizado el papel de la gamificación en la educación, los siguientes capítulos se centran desde un punto de vista más amplio en el empleo de nuevas estrategias e innovación y mejora educativa. De este modo, el capítulo 12, propone el uso del aprendizaje cooperativo como estrategia didáctica para abordar los problemas actuales en las aulas universitarias. Se destaca que la sociedad actual está experimentando un cambio continuo impulsado por el uso creciente de la tecnología, lo que ha generado nuevos hábitos sociales y formas de relacionarse entre los jóvenes. Se describe que en la educación universitaria, especialmente en carreras técnicas, se ha enfatizado una educación clásica basada en clases teóricas en las que el estudiante tiene un papel secundario. Esto, junto con el individualismo de los estudiantes de carreras de ingeniería, resalta la necesidad de implementar el aprendizaje cooperativo, donde los alumnos trabajan juntos para alcanzar objetivos comunes. Se resalta la diferencia entre trabajo en grupo y trabajo cooperativo, y se mencionan los beneficios del aprendizaje cooperativo, como un mayor rendimiento académico, razonamiento, producción de ideas, transferencia de conocimiento, autoestima y autonomía.

En el capítulo 13, los autores afrontan el uso de la metodología de Flipped Classroom como estrategia educativa para mejorar la capacidad de autorregulación del aprendizaje en estudiantes universitarios. Se destaca que la sociedad tecnológica actual plantea nuevos desafíos para los docentes y la adquisición de conocimientos memorísticos debe pasar a un segundo plano, priorizando metodologías que fomenten actitudes y habilidades activas y autónomas en los estudiantes. En el contexto específico del Grado en Ingeniería Biomédica de la Universidad Francisco de Vitoria, se menciona que se implantó la metodología de Flipped Classroom en la asignatura de Química del primer curso. Se identifica que los estudiantes presentaban tasas bajas de rendimiento académico debido a la falta de profundización en los contenidos y a la inmadurez en la gestión del tiempo y el estudio autónomo. Además, se destaca la importancia de mejorar el clima del aula y las relaciones interpersonales en el contexto de los estudiantes que han experimentado la pandemia de la Covid-19.

El capítulo 14 resalta la importancia de la verificación y validación en el desarrollo de software y propone una actividad basada en el aprendizaje activo y la evaluación por pares para introducir a los estudiantes en este proceso. En este trabajo, se propone una actividad enfocada en mejorar competencias básicas, transversales y comunes en los grados de ingeniería informática. Se centra en el análisis y pensamiento crítico, la resolución de problemas, la expresión escrita, la comprensión lectora y el aprendizaje autónomo. La metodología de evaluación por pares se elige como parte del aprendizaje activo debido a su capacidad para fortalecer el análisis crítico y las habilidades de resolución de problemas al involucrar a los estudiantes en el proceso de evaluación.

El capítulo 15 analiza la importancia de la ESP (English for Specific Purposes) en la enseñanza de la ingeniería, especialmente en el desarrollo de habilidades comunicativas eficaces en inglés. El capítulo pretende ofrecer una visión general de las habilidades interpersonales, la competencia comunicativa y el papel del ESP en la formación de ingenieros.

El capítulo 16 se centra en la necesidad de renovar las metodologías educativas en la universidad con el objetivo de mejorar la calidad del aprendizaje. Se destaca la importancia de acercar los estudios

universitarios al ejercicio profesional y dar protagonismo al estudiante en su formación, potenciando la adquisición de competencias y herramientas de aprendizaje autónomo. Los autores proponen el uso de la herramienta Microsoft Office Excel para la adquisición de competencias en el ámbito de la ingeniería. Explican que los estudiantes de ingeniería suelen enfrentarse a problemas complicados y tediosos en los que pueden perder la noción física de lo que están resolviendo. Para facilitar la resolución de estos problemas, sugieren la utilización de programas informáticos como Excel, ya que permite implementar fórmulas y realizar estudios paramétricos de manera más eficiente.

A continuación, dos capítulos se centran respectivamente en el papel de la ética y el razonamiento crítico. Concretamente, en el capítulo 17, los autores exploran la importancia de la ética comunitaria en la educación universitaria y específicamente en el contexto de un curso de Métodos Numéricos. Los autores proponen la ética comunitaria como un enfoque ético centrado en las relaciones, la interdependencia y la responsabilidad mutua dentro de una comunidad. En el contexto de la educación matemática, se busca fortalecer los lazos colaborativos y fomentar la participación activa y colaborativa de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas.

En el capítulo 18, se explora la implementación de la metodología de debate en asignaturas de informática con el objetivo de desarrollar la competencia de razonamiento crítico en los estudiantes. En la introducción, se destaca el impacto de las Grandes Modelos de Lenguaje, como ChatGPT, en diversos ámbitos y se señala que, aunque estas herramientas han demostrado un rendimiento inferior al de las personas en la producción de conocimiento básico y en la capacidad de argumentación y reflexión críticas, su aparición ha generado cambios significativos en el campo educativo. Se presenta la asignatura "Aspectos Éticos y Sociales" de la Universidad Politécnica de Madrid como un contexto en el que se busca desarrollar competencias transversales esenciales para futuros ingenieros, como el respeto al medio ambiente y el razonamiento crítico. Se define la competencia de razonamiento crítico como la capacidad de pensar de manera reflexiva, aplicando métodos lógicos de investigación y razonamiento.

Finalmente, tres últimos capítulos abordan casos concretos. El capítulo 19 describe una experiencia docente en la asignatura "Sistemas de Información en la Empresa" del Grado en Ingeniería Informática en la Universidad Francisco de Vitoria. El objetivo de la experiencia es que los alumnos aprendan a evaluar el beneficio económico utilizando el método de Monte Carlo implementado en el lenguaje R para proyectos de construcción de sistemas de información, como los ERP, CRM o SCM. La asignatura "Sistemas de Información en la Empresa" tiene como objetivo principal dar a conocer al alumno las actividades relacionadas con los sistemas de información en una empresa y su importancia en la gestión del negocio. Se describen las unidades y contenidos de la asignatura, que incluyen temas como la gestión de tecnologías de la información, los fundamentos de los sistemas de información, los ERP, CRM, SCM, gestión del riesgo, diagnósticos y plan de sistemas. Se mencionan los resultados de aprendizaje y las competencias que se pretende desarrollar en los alumnos.

El capítulo 20 presenta la asignatura "Reglamentos y Señales" que se estudia en el segundo año del Grado de Náutica y Transporte Marítimo en la Universidad de Cádiz. Esta asignatura es fundamental para los futuros profesionales marinos, especialmente para los oficiales de cubierta que forman parte del departamento de puente y se encargan de pilotar el buque y realizar las guardias de navegación. La autora enfatiza la responsabilidad de los oficiales de cubierta y la confianza que el capitán deposita en ellos durante las guardias de navegación. Se menciona la importancia de tomar decisiones correctas y mantener la seguridad del buque. Se destaca la experiencia profesional de la autora como capitán de la marina mercante y se explica que los estudios de casos prácticos de accidentes marítimos en la asignatura permiten a los estudiantes analizar las reglas del reglamento desde un punto de vista práctico y entender la importancia de su cumplimiento en la navegación real.

Por último, el capítulo 21 introduce la metodología FMEA (Análisis de Efectos y Modo de Fallas) como una herramienta sistemática para identificar y prevenir problemas en procesos y productos antes de que ocurran. Los autores explican que el FMEA se utiliza principalmente en la industria automotriz, pero su aplicación en procesos transaccionales es

menos común. Los autores destacan la importancia de aplicar el FMEA en procesos transaccionales, que involucran actividades en diferentes áreas estratégicas de una organización, como ventas, recursos humanos, finanzas, administración y mercadotecnia. Sin embargo, señalan que existen problemas operativos y deficiencias en el desarrollo del FMEA en este contexto. Los objetivos generales del trabajo son desarrollar un modelo computacional que mejore la operatividad del FMEA en procesos transaccionales y proporcionar un elemento didáctico para la enseñanza de esta metodología. Se plantea el uso de un enfoque basado en componentes y la metodología ágil SCRUM para el desarrollo del software.

## SECCIÓN II – INNOVACIÓN EDUCATIVA EN ECONOMÍA Y EMPRESA

En los capítulos del libro vinculados a innovaciones educativas y docentes en el ámbito de la Administración de Empresas y la economía se presentan artículos con gran diversidad de opciones como se indicaba al principio de esta introducción, de los que hemos extraído estas referencias de cada uno de los artículos:

En el capítulo 22 se presentan las metodologías activas de aprendizaje, como el uso de mapas conceptuales, que se han convertido en estrategias efectivas para abordar la formación por competencias y facilitar la comprensión de las relaciones entre conceptos en asignaturas teóricas como Historia Económica. Este estudio demuestra que el uso de metodologías activas y colaborativas, junto con mapas conceptuales, es adecuado para alcanzar los objetivos de aprendizaje y desarrollo de competencias en los estudiantes. Se analizan los resultados obtenidos en el curso 2021-2022 en los grados de Dirección y Administración de Empresas de la Universidad Rey Juan Carlos. El estudio busca evaluar si estas estrategias son adecuadas para fortalecer y alcanzar las competencias establecidas en la asignatura, considerando la dificultad de los estudiantes para establecer relaciones entre variables en un contexto histórico.

En el capítulo 23 trata cómo la visita a una empresa en funcionamiento, es una innovación que proporciona a los estudiantes la oportunidad de ver el proceso productivo y los aspectos internos de la empresa, así como

escuchar el relato sobre su historia, desarrollo, mercados, productos o servicios, tecnología, cultura y valores. Esta práctica ha sido defendida por autores como Dewey y Zárte, quienes destacan la importancia de vincular la educación con la industria y permitir que la experiencia extracurricular enriquezca el aprendizaje escolar. En Francia, se fomenta activamente la visita a empresas como medio para acercar la realidad laboral a la educación. La literatura científica recoge experiencias de estudiantes de diferentes niveles y asignaturas, lo que demuestra la utilidad de esta herramienta educativa en distintos contextos. El objetivo de este trabajo es estudiar en profundidad la visita a empresas en activo como una herramienta de aprendizaje experiencial y evaluar su impacto en la percepción del aprendizaje por parte de los estudiantes.

En el capítulo 24 destaca el desafío de la desconexión entre la universidad y la empresa, y cómo esto dificulta la transición de los graduados al mundo laboral. Se plantea que la adquisición y desarrollo de competencias profesionales a través de la experiencia pueden ayudar a cerrar esta brecha. Se menciona que las metodologías de enseñanza-aprendizaje activas, como el aprendizaje basado en la práctica, pueden mejorar la participación y el compromiso de los estudiantes, así como promover la adquisición de habilidades y competencias relevantes para el mundo laboral. Se destaca el "learning by doing" como una metodología activa que involucra a los estudiantes en actividades prácticas y fomenta la reflexión y la evaluación. Se mencionan las ventajas de esta metodología y se propone la realización de informes profesionales como una actividad útil para enseñar recursos humanos y promover el aprendizaje significativo. El objetivo del proyecto es implementar esta estrategia de enseñanza-aprendizaje en un curso universitario específico y evaluar el desarrollo de competencias y habilidades a través de la elaboración y evaluación de informes profesionales.

En el capítulo 25 se busca enseñar a los estudiantes cómo aprovechar la información y desarrollar habilidades de pensamiento crítico, fomentando el aprendizaje en grupo y la autonomía. En el ámbito universitario, el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha promovido el aprendizaje colaborativo como una herramienta para el desarrollo de competencias y habilidades. Esta metodología implica que los



estudiantes trabajen en grupos reducidos y participen activamente en su proceso de aprendizaje. El uso de la metodología colaborativa se ha generalizado con la incorporación de las TIC en el sistema educativo. Sin embargo, el aprendizaje colaborativo puede presentar desafíos, ya que los resultados dependen de la participación de cada miembro del equipo. En este contexto, este estudio busca investigar si el aprendizaje colaborativo mediante el uso de las TIC mejora la implicación y participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje de la asignatura "Contabilidad de Sociedades".

El capítulo 26 explora las actitudes de los estudiantes de Administración y Gestión de Empresas hacia la inteligencia artificial (IA) y la comprensión de esta tecnología. La IA se define como la capacidad de los sistemas tecnológicos para hacer predicciones, diagnósticos, recomendaciones y tomar decisiones. Tiene aplicaciones en diversos ámbitos como la justicia, medicina, educación y gestión de empresas. Se mencionan ejemplos de uso cotidiano de la IA, como los asistentes personales y la conducción autónoma, así como su aplicación en atención médica, conservación de la naturaleza y empresas. La IA ha ganado importancia en el ámbito educativo y empresarial, ofreciendo oportunidades y desafíos.

El capítulo 27, en el ámbito del marketing y la investigación de mercados, contempla una actividad formativa en la Universidad de León que se ha centrado en educar a los estudiantes en herramientas de la inteligencia artificial y prepararlos para el éxito empresarial en la economía de datos. En concreto, se han implementado tecnologías como el web scraping y técnicas de IA en diferentes aulas, lo que ha permitido la extracción automática de datos y el análisis de grandes cantidades de información sin intervención humana. El objetivo principal de esta actividad formativa ha sido adaptarse a los cambios globales en la investigación de mercados y educar a los estudiantes en estas nuevas tecnologías, proporcionando habilidades en el uso de diferentes técnicas de descarga de datos, limpieza y estructuración de bases de datos, análisis de IA y visualización e interpretación de información en investigaciones.

El capítulo 28 resume un estudio realizado en el curso 2022-2023 con estudiantes de doble grado en Derecho y Administración y Dirección de

Empresas en la Universidad de Valladolid. El estudio examina la innovación docente en los dobles grados y su impacto en la enseñanza universitaria. Se exploran prácticas innovadoras implementadas por los docentes, considerando la transversalidad de las competencias y el currículo de estos estudios. El objetivo del estudio es mejorar la calidad de la enseñanza en los dobles grados al identificar prácticas efectivas y superar los desafíos de la implementación de innovaciones. Además, se enfoca en la percepción de los estudiantes sobre los métodos de innovación docente y busca evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos y el impacto de los enfoques innovadores en su experiencia de aprendizaje.

El capítulo 29 trata de como el aprendizaje autorregulado y la percepción de los estudiantes influyen en el éxito educativo. Este estudio analiza el efecto de la autopercepción de los estudiantes sobre sus competencias en el aprendizaje a través de la autoevaluación y la evaluación por pares. Se destaca la importancia de los métodos participativos de evaluación y el enfoque competencial en la educación superior. Concluyen que la autoevaluación mejora los resultados académicos y la autonomía de los estudiantes. La combinación de la evaluación por pares y la autoevaluación promueve el aprendizaje autorregulado, así como la confianza académica y la autoeficacia influyen en el aprendizaje. En resumen, se investiga cómo la percepción de los estudiantes afecta su aprendizaje mediante métodos de evaluación activa..

El capítulo 30 trata sobre Bloomberg, como la principal plataforma de información financiera y económica del mundo, utilizada por profesionales de los mercados financieros y su incorporación en los estudios de Administración de Empresas. La Universidad CEU San Pablo cuenta con 10 terminales Bloomberg que permiten a los estudiantes adentrarse en el mundo de las finanzas. La plataforma proporciona información en tiempo real sobre mercados, análisis históricos, estrategias de inversión, empresas e industrias específicas, gestión de carteras y otros productos financieros. Además, ofrece acceso a noticias exclusivas y la posibilidad de utilizar los datos en hojas de cálculo de Excel. Su uso intensivo en la universidad mejora el aprendizaje y la adquisición de competencias, y también brinda una ventaja competitiva a los estudiantes en el mercado laboral. El objetivo del trabajo es analizar la satisfacción de los

estudiantes con el uso de Bloomberg y tomar decisiones para mejorar la asignatura en el próximo año.

El capítulo 31 resalta la importancia de utilizar métodos de evaluación participativos, como la autoevaluación y la coevaluación, en la educación universitaria. Se describe una investigación realizada en un curso de Marketing Estrategias para evaluar la satisfacción de los estudiantes con estos métodos y su impacto en el aprendizaje y desarrollo de competencias. El objetivo es mejorar la calidad docente y promover la participación activa de los estudiantes en el proceso de evaluación.

El capítulo 32 destaca la importancia de combinar metodologías tradicionales y herramientas novedosas en la educación universitaria. Se menciona la gamificación como una dinámica que utiliza elementos de diseño de juegos para motivar a los estudiantes. Se expone el objetivo de diseñar una ecuación basada en la teoría de juegos que pueda aplicarse en diferentes dinámicas docentes en el campo de la Administración y Dirección de Empresas mediante la gamificación. También se plantean objetivos específicos relacionados con las condiciones, caracterización, recursos electrónicos y ejemplos de aplicación de esta ecuación.

El capítulo 33 resalta la importancia del emprendimiento y la innovación en el desarrollo económico y social de un entorno y se enfoca en la relación entre emprendimiento, tecnología e innovación, especialmente a través del concepto de Startups, que son empresas emergentes con base tecnológica. En el capítulo se destaca la necesidad de que las universidades incorporen estos temas en su formación, promoviendo un ecosistema emprendedor que fomente el éxito de los proyectos y se plantea la importancia de la escalabilidad, la monetización y la adaptación al entorno tecnológico como aspectos fundamentales para la viabilidad de los proyectos. También se menciona la relevancia de la innovación en todos los aspectos de la cadena de negocio y la necesidad de desarrollar metodologías docentes que impulsen el emprendimiento sostenible en las universidades.

El capítulo 34 contempla el uso de WebQuest como una herramienta pedagógica que utiliza las TIC para promover el aprendizaje en línea, la investigación y el uso de recursos web, resaltando que la WebQuest

fomenta habilidades de investigación, pensamiento crítico, colaboración y comunicación en los estudiantes. Además, se menciona el aprendizaje por proyectos, que incluye la WebQuest, como un enfoque centrado en el estudiante que integra conocimientos y áreas disciplinarias, fomenta la motivación y la aplicación práctica del aprendizaje, y promueve el trabajo colaborativo y el desarrollo de competencias. El objetivo del trabajo es evaluar la efectividad de la WebQuest en una asignatura universitaria.

El capítulo 35 destaca la importancia del trabajo en equipo como una competencia necesaria en el perfil profesional de Administración y Finanzas. Aunque el currículo oficial solo aborda de manera limitada esta competencia, los informes de prospección y detección de necesidades formativas señalan la importancia de habilidades relacionadas con el trabajo en equipo. Por lo que, en el ámbito de Administración y Finanzas, la evaluación es un proceso esencial para garantizar la adquisición de la competencia de trabajo en equipo, destacándose la necesidad de desarrollar un instrumento de evaluación que permita medir cualitativamente el desempeño en el trabajo en equipo y validar dicho instrumento.

En el capítulo 36 resalta la importancia del crecimiento económico como factor clave para explicar el empleo en un país. Sin embargo, factores globales como la automatización, la revolución digital, el envejecimiento demográfico y la expansión de la gig economy están teniendo un impacto específico en la naturaleza y el volumen del empleo, más allá del ciclo económico. Por lo tanto, es crucial que las personas que ingresen al mercado laboral posean competencias que les permitan integrarse y desarrollarse profesionalmente. Se considera importante verificar si las competencias y habilidades de los jóvenes españoles se ajustan a las demandas de las empresas y otras organizaciones laborales. El estudio se centra en investigar si los jóvenes españoles tienen las competencias necesarias para tener éxito en los futuros empleos, que serán canalizados por las organizaciones y empresas en el contexto del crecimiento económico. El estudio ha analizado la adecuación de las competencias de los jóvenes españoles en relación con la demanda futura prevista por parte de las empresas.

El capítulo 37 presenta un proyecto de innovación docente llevado a cabo en la Universidad de Cádiz en el curso 22/23. El proyecto se enfoca

en la asignatura de Dirección de Marketing del Grado en Finanzas y Contabilidad, y se centra en el uso del método del caso como metodología docente para desarrollar las competencias requeridas por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Los autores destacan la importancia de que los estudiantes adquieran competencias y conocimientos que los preparen para enfrentar los desafíos futuros de las organizaciones. Para lograrlo, se enfatiza la necesidad de utilizar metodologías docentes que proporcionen a los estudiantes los contenidos más actualizados y los acerquen a la realidad empresarial. En este sentido, se considera que el aprendizaje basado en casos de estudio es una alternativa efectiva.

El capítulo 38 expone la utilización de un Sistema de Gestión de Aprendizaje o LMS (Learning Management System) en un primer curso de Informática de la Licenciatura en Administración en la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAMI) que permite apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje y desarrollar habilidades digitales que sirvan a los alumnos como herramientas para su educación en la universidad y como base para su desempeño laboral. Para los estudiantes de la Licenciatura en Administración, el curso de Informática les brinda la oportunidad de desarrollar habilidades digitales que serán útiles tanto en su vida académica como profesional. El uso de las TI ha permeado en las actividades administrativas de las organizaciones y ha modificado el perfil profesional de los administradores. Al graduarse, los estudiantes de Administración de la UAMI estarán preparados para utilizar estas competencias en beneficio de las organizaciones, contribuyendo a su digitalización y aplicando mejores prácticas administrativas mediante el uso eficiente de las TI.

En el capítulo 39 el texto se centra en analizar el desempeño de los estudiantes de Economía de la Universidad de Extremadura en la asignatura de Introducción a la Contabilidad, que se imparte en el primer año del grado. El estudio se enfoca en la evaluación continua, que es una modalidad de evaluación importante desde la implementación del Plan Bolonia. El objetivo es evaluar la efectividad de esta modalidad y su adaptación constante.

El capítulo 40 trata la normativa de evaluación de las titulaciones oficiales de Grado y Máster en la Universidad de Extremadura y se realizó un análisis del desempeño de los estudiantes del Grado en Economía que participaron en la evaluación continua, centrándose en la asignatura de Introducción a la Contabilidad. Esta asignatura tiene un alto número de suspensos en cursos anteriores, y el autor de la comunicación es el profesor de dicha asignatura durante el curso académico 2022/2023, destacando la importancia de mejorar las actividades de evaluación continua.

En el capítulo 41 los profesores de la asignatura de Investigación Comercial de la Universidad de Oviedo reconocen la necesidad de actualizar las metodologías activas aplicadas en sus clases, describiéndose el inicio de este proceso de transformación, que comienza con la implementación de la aplicación informática Kahoot! en las tutorías grupales, con la que esperan que esta actividad mejore la asistencia, participación y motivación de los estudiantes, y que sea el punto de partida para una revisión más profunda de sus clases.

En el capítulo 41 se presenta el trabajo MEJORACAT en el que se brinda al docente un punto de apoyo innovador y de orientación para la preparación de la cátedra, pretendiendo atender las necesidades de los tiempos modernos de la educación universitaria. El material desarrollado es aplicable a cualquier materia, sin embargo, se da especial atención al tema de las herramientas de calidad, por lo que puede implicar mayor beneficio para los docentes relacionados con este tema de estudio. Pensando en el deseo intrínseco del docente comprometido con su profesión, se pretende propiciar en el estudiante una formación de alto nivel competitivo en materia de calidad. Y así, indirectamente, contribuir a la formación de futuros profesionistas con un perfil de alto nivel competitivo, y consecuentemente influir en potenciar mejores niveles de desempeño organizacional.

### SECCIÓN III – INNOVACIÓN EDUCATIVA EN EL ÁMBITO STEM

La innovación educativa en el ámbito STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas por sus siglas en inglés) se ha vuelto cada vez más

relevante en los últimos años debido a la importancia de estas disciplinas en la sociedad actual. En esta sección se incluyen trabajos sobre innovación centrada en la enseñanza de las disciplinas STEM, así como otros sobre innovación utilizando el enfoque STEM, en el que se integra más de una disciplina.

La lectura de esta sección permitirá al lector hacer un recorrido para conocer más sobre innovaciones educativas aplicadas en la enseñanza de las ciencias o de las matemáticas, así como sobre proyectos innovadores STEM aplicados en la enseñanza universitaria. Asimismo, se presentan investigaciones en las que la realidad aumentada cobra importancia a la hora de diseñar innovaciones tanto en la enseñanza de las ciencias como en proyectos que aúnan disciplinas STEAM con la enseñanza de otras disciplinas, para finalmente, conocer algunos estudios de caso de innovaciones educativas utilizando herramientas y modelos concretos.

Estas son solo algunos ejemplos de las muchas formas en las que se está llevando a cabo la innovación educativa en el ámbito STEM. El objetivo es preparar a los estudiantes de los distintos niveles educativos para enfrentar los desafíos del siglo XXI y promover su interés en estas disciplinas, fomentando así la formación integral de futuros profesionales.

De esta forma, la sección inicia con un conjunto de cinco capítulos que describen innovaciones en la enseñanza de las ciencias en distintos niveles educativos. En el capítulo 41 se presenta una investigación que tiene por objetivo analizar la percepción del profesorado de ciencias en educación secundaria sobre las situaciones de aprendizaje. Para ello, se recopiló datos para determinar cómo estos docentes entienden el concepto de situación de aprendizaje, las posibles diferencias entre situación de aprendizaje y actividad práctica, y si consideran que la enseñanza a través de estas situaciones favorece la formación en ciencias de los estudiantes.

El capítulo 42 parte de la necesidad de incentivar la vocación científica en los estudiantes. Además de los programas existentes a nivel nacional y regional, existen diversas experiencias educativas documentadas que se han llevado a cabo en centros educativos para dar a conocer el mundo de la investigación y el trabajo diario de los investigadores. En este

capítulo se realiza un análisis de cinco organismos modelo utilizados en el campo de la investigación con la idea de determinar en qué medida se puede implementar su uso en un aula de ciencias con el fin de fomentar el interés por las ciencias. Todos los organismos modelo analizados pueden ser utilizados para enseñar ciencias de manera integradora, combinando diferentes áreas del conocimiento, lo que refleja la realidad del trabajo de un investigador.

El capítulo 43 se centra en el diseño de una Situación de Aprendizaje desde la perspectiva de la enseñanza basada en el contexto y el uso de prácticas científicas como la argumentación y la indagación. Se describe el enfoque de enseñanza, la selección de elementos didácticos y curriculares, y se analiza la efectividad de los productos de limpieza en una hipotética misión espacial. La estructura de la situación de aprendizaje permite abordar un problema interesante para estudiantes de educación secundaria y bachillerato, y fue valorada positivamente por los estudiantes, debido a que, entre otras ventajas, las tareas propuestas permiten acercar a los estudiantes a los conocimientos básicos de química y biología de manera atractiva y práctica.

La investigación presentada en el capítulo 44 tiene como objetivo explorar las percepciones de los docentes en formación inicial de química sobre una actividad STEM que se aborda como un problema de termodinámica química y se desarrolla mediante indagación guiada. El estudio busca identificar las ventajas y desafíos de estos enfoques pedagógicos en el desarrollo de habilidades científicas, competencias transversales, la promoción de una visión adecuada de la ciencia y el fomento de un aprendizaje significativo y contextualizado.

Por último dentro de esta línea de enseñanza de las ciencias, en el capítulo 45 se presenta una propuesta de diseño de un taller interdisciplinario para estudiantes de arquitectura en diferentes asignaturas, con el fin de contribuir a capacitar a los estudiantes para ser agentes de cambio en la sociedad, así como a optimizar la actividad docente con nuevas herramientas y metodologías, integrando iniciativas de innovación docente y promoviendo un aprendizaje activo y centrado en competencias disciplinares y transversales. Este proyecto aporta reflexiones teóricas y proyectuales sobre el tratamiento de la gravedad en la arquitectura, en línea



con las contribuciones de reconocidos arquitectos en España en las últimas décadas.

A continuación, se presentan tres capítulos sobre innovaciones en la enseñanza de las matemáticas. En el capítulo 46 se presenta una propuesta del uso de la magia y el ilusionismo como recurso educativo innovador en las aulas de Educación Primaria, especialmente en el ámbito de las matemáticas, llamado "Matemagia". El objetivo principal es mejorar la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas a través de una herramienta atractiva y emocionante, no solo buscando mejorar la comprensión de los contenidos. El trabajo de investigación se llevó a cabo con un grupo de estudiantes que tenían una buena predisposición hacia las matemáticas, y a pesar de ello, se observó una variación significativa en el factor de ansiedad, lo que sugiere que la matemagia puede tener un impacto positivo en este aspecto.

El capítulo 47 aborda el estudio de la ansiedad matemática como fenómeno común que puede afectar a estudiantes universitarios, incluyendo a futuros maestros de matemáticas. Se identificaron limitaciones en las medidas actuales de ansiedad, como la falta de consenso en la definición de ansiedad matemática y la falta de diferenciación con otros constructos relacionados. Tras el análisis se ha encontrado que los futuros docentes presentan niveles moderados de ansiedad matemática, siendo las mujeres y los estudiantes de Educación Infantil los que muestran niveles más altos. Se ha observado una relación negativa entre la ansiedad matemática y el rendimiento académico, lo que pone de manifiesto la necesidad de implementar estrategias para reducir la ansiedad matemática, especialmente antes de ingresar a la universidad y para las mujeres en el ámbito STEM.

En el capítulo 48 se aborda el estudio de las ecuaciones diferenciales como elemento fundamental en la formación de ingenieros, ya que permiten entender la física de medios continuos y modelar la realidad en diversas disciplinas de la ingeniería. Estas ecuaciones suelen enseñarse en cursos intermedios, cuando los estudiantes ya tienen una base sólida en matemáticas y física. El objetivo de este trabajo es el de conocer diferentes opiniones de expertos de diversas instituciones sobre los contenidos que deberían impartirse en un curso de ecuaciones diferenciales

en las carreras de ingeniería. Se pretende valorar la inclusión de estos contenidos y determinar si la institución y la trayectoria profesional de los expertos influyen en la percepción de los contenidos necesarios para cursar estas titulaciones.

En el capítulo 49 se pone de manifiesto la falta de estudios en el área de las artes, la sociología y las humanidades en relación a las experiencias STEMBach. En este trabajo se evalúa la primera experiencia STEMBach llevada a cabo por la Facultad de Turismo de la Universidad de A Coruña y se explora la posibilidad de implementar proyectos similares en el futuro, intentando así llenar el vacío existente en la literatura. Asimismo, los autores pretenden valorar si la experiencia STEMBach contribuye a fomentar la vocación STEAM entre los estudiantes involucrados, mediante una sistematización de la experiencia descrita, donde los docentes evalúan el proyecto desarrollado durante el período 2021-2023.

A continuación, se presentan dos experiencias de trabajo con realidad aumentada. El trabajo realizado en el capítulo 50 se centra en analizar la importancia y el impacto de la Realidad Aumentada en la educación. En el trabajo se da una definición de la Realidad Aumentada en el contexto de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) educativas, en explorar su recepción en diferentes países a través de estudios empíricos, y presentar las oportunidades didácticas que ofrece en las aulas, especialmente en el área de Ciencias, destacando estudios que demuestran mejoras en el rendimiento académico y en la motivación de los estudiantes. Por otra parte, en el trabajo también se evalúa el bajo uso de la Realidad Aumentada por parte de los docentes y su relación con una competencia digital docente limitada.

En el capítulo 51 se presenta una experiencia académica que busca fortalecer las competencias transversales de un grupo de estudiantes universitarios. El enfoque de aprendizaje utilizado es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), siguiendo los principios del Modelo de Entornos de Aprendizaje Constructivista y el Modelo integrador: Educación STEAM. Como parte del proyecto, los estudiantes crearon una intervención de Realidad Aumentada para el Museo de Historia de la Revolución en la Frontera (MUREF), con el objetivo de acercar a

audiencias más jóvenes y diversas a la historia de la región en la que está situado el Museo de la Revolución de la Frontera, ubicado en el Centro Histórico de Ciudad Juárez Chihuahua.

En el capítulo 52 se trata el tema de los juegos serios en educación superior, nivel en el que se han explorado distintas metodologías innovadoras y activas para la enseñanza. En este trabajo se propone el juego serio “Vida 3.0”, que se considera un juego serio transversal, ya que está diseñado para que los estudiantes puedan relacionarse con el mundo real y se puede adaptar a diversas disciplinas. Permite a los estudiantes decidir si prefieren trabajar de forma individual o en grupo, fomentando la conciencia de las limitaciones personales y los beneficios del trabajo en equipo. Es un juego que expone al estudiante a situaciones del mundo real que enfrentará en su futura carrera laboral, y ayuda a desarrollar la capacidad del estudiante para gestionar su economía personal o empresarial, así como a utilizar un lenguaje adecuado al comunicarse con entidades públicas o privadas. También aporta otra serie de aptitudes y habilidades a los estudiantes: capacitación para elaborar el currículo, desarrollo de habilidades de liderazgo y de compromiso.

Los tres últimos capítulos de esta sección se centran en estudios de caso concretos. En el capítulo 53 se presenta una propuesta que involucra a estudiantes de arquitectura en la utilización del diseño biofílico y el biomimetismo para la creación de espacios que promuevan el bienestar y la salud, integrando elementos naturales en los entornos interiores y exteriores, a la vez que se reduce el impacto ambiental. Para ello, se aplicarían principios de biomimetismo para imitar y adaptar soluciones de la naturaleza en el diseño arquitectónico, buscando soluciones más sostenibles. Asimismo, se persigue la mejora de la productividad y el rendimiento mediante la creación de entornos que fomenten la creatividad y la concentración. De esta forma, los futuros arquitectos podrán crear espacios atractivos y armónicos y generar conciencia sobre la importancia de la naturaleza, así como promover la conexión emocional y la empatía hacia el entorno natural.

El capítulo 54 se centra en desarrollar un modelo de aprendizaje automático para mejorar los resultados académicos de los estudiantes de educación superior. En este estudio se identifican los componentes

esenciales de un modelo de aprendizaje automático para predecir los resultados académicos, analizar el impacto de estrategias y acciones individuales en el rendimiento y la participación de los estudiantes, así como proponer mejoras para optimizar la pedagogía y enriquecer la experiencia de aprendizaje. El estudio contribuye al desarrollo de enfoques efectivos y personalizados en la educación, brindando herramientas prácticas para mejorar la calidad de la enseñanza y promover el éxito académico de los estudiantes en la educación superior.

Para finalizar, en el capítulo 55 se presenta una propuesta pedagógica dirigida a beneficiar a estudiantes entre 15 y 20 años de edad, proporcionándoles espacios para interactuar de manera asertiva con su entorno y desarrollar habilidades socioemocionales, relaciones interpersonales saludables y una convivencia positiva. La propuesta se basa en actividades recreativas, innovadoras y lúdicas, utilizando técnicas pedagógicas para fomentar la participación activa de los estudiantes. Se centra en trabajar su desarrollo socioemocional desde la neuroeducación y la imaginación creativa, promoviendo relaciones adecuadas en todos los ámbitos de sus vidas. Esta propuesta es relevante dado que fomenta comportamientos armoniosos, a la vez que contribuye en el manejo de las emociones y en el desarrollo del proyecto de vida de los estudiantes.

ALEJANDRO MARTÍN GARCÍA  
*Universidad Politécnica de Madrid*

JOSÉ LUIS MATEU GORDON  
*Universidad San Pablo CEU*

ROCÍO GUEDE CID  
*Universidad Rey Juan Carlos*

SECCIÓN I  
INNOVACIÓN EDUCATIVA EN INGENIERÍA

---

# AI IN THE CLASSROOM: EXPLORING THE UNTAPPED POTENTIAL OF LANGUAGE GENERATIVE MODELS IN UNIVERSITY TEACHING

---

MARÍA VALERO REDONDO

*Universidad de Córdoba*

ALEJANDRO MARTÍN GARCÍA

*Universidad Politécnica de Madrid*

## 1. INTRODUCTION

In recent years, generative language models have made a significant impact on natural language processing, demonstrating significant potential in various applications such as language translation, text summarization, and chatbots. Despite these advancements, the potential of these models in education, particularly in university teaching, remains unexplored. This paper aims to explore the current state of the art in applying language generative models within university contexts from both teachers' and students' perspectives. Furthermore, it seeks to delve into the future possibilities offered by these models, taking into account the advantages and limitations of their use in this context.

This study investigates the use of language generative models in university teaching by providing an overview of their current applications and potential for future advancements. Through practical examples, we will demonstrate how these models can improve student learning and teaching effectiveness across different academic disciplines, encouraging lecturers to recognize the value of language models as essential tools in university teaching and to explore their integration into teaching practices.

Our methodology encompasses a review of the relevant literature, an analysis of current practices and research on the application of language models in university teaching, and the collection of feedback from both

students and teachers with experience using language models in classroom settings. This approach will enable us to identify potential benefits and challenges associated with their use. We will also examine case studies and best practices from universities that have implemented language models, while addressing ethical and privacy concerns related to their use in the classroom. Ultimately, our methodology aims to provide a comprehensive understanding of the role of language models in university teaching by gathering extensive information and perspectives.

In our discussion, we explore the current and potential use cases of language models in university teaching, sharing preliminary findings from our research and analyzing the benefits and challenges of employing language models in various university courses and contexts. We will discuss how language models can foster students' motivation and learning outcomes and assist in teacher preparation and planning. Additionally, we will tackle the ethical and practical considerations related to the use of language models in university teaching, as well as strategies for maximizing their potential in supporting higher education.

In conclusion, generative language models have the potential to enhance the learning experience for both students and teachers in university teaching. These models can facilitate interactive and engaging learning environments that foster the development of communication skills and comprehension of complex subjects. Moreover, they offer benefits such as time savings in grading, providing feedback, and the creation of course material. However, the ethical implications and potential biases associated with their use must be carefully considered, alongside effective training for both students and teachers. While language models offer numerous advantages, careful planning and implementation are essential to ensure their effective and ethical use in university education.

In the next sections of this paper, we will focus on the use of LLMs (Large Language Models) in different tasks within the context of university education: content generation and summarization, automated feedback and assessment, language learning and tutoring and, finally, accessibility and inclusivity.

## 2. OBJECTIVES

### 2.1. THE MAIN OBJECTIVES OF THIS PAPER ARE THE FOLLOWING:

- Investigating the current uses of language generative models in university context and evaluating their impact on the learning experiences of both students and teachers.
- Recognizing the challenges, limitations, and potential biases related to the application of generative language models in higher education, and proposing strategies to address these concerns.
- Delving into the ethical and practical aspects associated with implementing language generative models in university teaching, with a focus on data privacy and intellectual property considerations.
- Exploring the future potential and advancements of language generative models in university teaching, keeping in mind the changing requirements of students and teachers in an educational environment which is constantly evolving.
- Providing practical examples and case studies that illustrate the successful integration of language generative models in several university courses and settings, motivating lecturers to consider their potential advantages and applications in their own teaching practices.

By achieving these objectives, this study aims to contribute to a deeper understanding of the role of language generative models in university teaching and encourage further exploration and adoption of these innovative tools in higher education.

## 3. METHODOLOGY

The field of natural language processing has seen a surge of interest in generative language models, which are known for their ability to produce text that is coherent and contextually appropriate. With the



continuous evolution of these models, researchers are increasingly exploring and documenting their potential applications in university teaching. In this article, we will provide an overview of the latest developments in using language generative models in higher education contexts.

The methodology used consisted of evaluating the main fields of application of this type of models and then analyzing the literature on them, including the most relevant publications found on each of them. Although some areas are already well established and have a significant number of publications, we will see that others are still in their infancy and require further research.

## 4. RESULTS

### 4.1. CONTENT GENERATION AND SUMMARIZATION

One of the most prominent applications of language generative models in university teaching is content generation and summarization. These models can be employed to create concise summaries of lengthy academic articles, textbooks, or lecture notes, thus enabling students to quickly grasp the main ideas and concepts (Ghadimi & Beigy, 2022). Teachers can also use these models to generate supplementary materials, such as quizzes or discussion questions, based on the course content.

For example, researchers (Z. Wang et al., 2022) investigated the use of LLMs for generating educational assessment questions. The study focuses on how to effectively prompt the LLM to generate high-quality questions that relate to the specific content being assessed. The authors propose five different generation scenarios, each with a specific prompting strategy, and evaluate the generated questions using both automatic metrics and manual examination. Through empirical evaluation, they identify the prompting strategy that leads to the highest quality generated questions, evidencing the educational value of LLM-generated questions by comparing them to human-authored questions in a blind evaluation.

With a similar focus, experts also proposed an automatic question generation (AQG) system that combines syntax-based and semantics-based

techniques, and they conducted experiments with 41 students to prove the system's efficacy in improving student learning outcomes (Tsai et al., 2021). The authors note that short answer exercises have been shown to enhance long-term memory, which can improve learning performance. The article concludes by summarizing current trends and advances in AQG and suggesting areas for improvement and future opportunities in this area. The research questions of the study focus on how to measure the quality of automatic short answer question generation and whether repeated testing has an effect on student learning outcomes.

In the case of short answer questions, researchers used BERT and GPT-2 to generate short-answer questions to help teachers reduce the time cost for setting exams (Danny C.L. TSAI et al., 2021). The article explains that exams are the most direct way to understand students' learning performance, and the researchers aim to help teachers generate questions automatically to ease the workload.

The article discusses the benefits of short-answer tests, including helping students to construct knowledge, identify incorrect concepts through feedback, repeat important concepts to enhance memory, and help teachers understand the learning situation of each student. The researchers use BERT and GPT-2 to generate short-answer questions to assist teachers in creating questions more efficiently.

In another example (Sarsa et al., 2022), the authors explore the challenges involved in creating programming exercises for introductory programming courses. The article highlights the importance of active learning and practice for students learning programming, and the use of auto-grading tools for generating immediate feedback. However, the creation of a sufficient quantity of programming exercises that are novel and useful is a significant challenge for lecturers, especially in an age where solutions to existing exercises are easily shared online.

To address this challenge, the article explores the use of large language models, specifically OpenAI Codex, for generating programming exercises and code explanations. The article evaluates the quality of the automatically generated content both qualitatively and quantitatively, finding that the majority of the content generated is sensible and novel. The

article also finds that the contextual themes and programming concepts can be influenced by supplying keywords as input to the model.

Researchers have also focused on generating specific types of questions. For instance, a few researchers proposed a novel approach to constructing open cloze tests using transformer models (Felice et al., 2022), which are multi-objective and employ both generation and discrimination capabilities. The model is based on a pre-trained ELECTRA model, fine-tuned on two objectives, and is evaluated through automatic and human evaluations. The proposed approach outperforms previous work and strong baselines and includes additional components to control the structure of the final cloze tests. The authors make their test data, system output, and human annotations available to the research community, which can serve as a benchmark for future work.

With a focus on summarization, researchers have explored ChatGPT as an instrument to produce literature review articles. The authors assess the abilities of ChatGPT to paraphrase abstracts of papers. The paper also questions the academic validity of articles produced by AI, and proposes a method to evaluate the effectiveness of this approach. The paper concludes that AI can provide information and guidance to improve academic writing skills, and that AI-generated articles will likely have an impact on intellectual property rights.

However, the applications of this type of model go much further and have not been fully explored yet. Thus, the use of tools such as GitHub Copilot (<https://github.com/features/copilot/>), code generation models such as Code T5 (Y. Wang et al., 2021), or models that are directly multitasking, place us in a field with a long way to go.

More general models such as GPT-3 (Brown et al., 2020) allow for such a high number of tasks involving the generation of content that they are difficult to summarize. In general, this type of models can provide us with exercises, questions, explanations or guides, among many other things.

## 4.2 AUTOMATED FEEDBACK AND ASSESSMENT

Generative language models can help to provide automated feedback on student assignments, such as essays or short-answer questions (Mizumoto & Eguchi, 2023; Shen et al., 2021). By using these models, teachers can save time and effort in grading, while students receive timely and personalized feedback. Moreover, these models can be employed to generate theoretical or practice exams or quizzes, providing students with additional opportunities for self-assessment and preparation. It is also important to note that LLMs are not the first application of computational intelligence to provide automated feedback, and that a plethora of research has previously focused on this topic (Osakwe et al., 2022).

The specific use of LLMs to provide students with feedback has been already studied (Dai et al., 2023). The authors investigate ChatGPT's ability to provide detailed and readable feedback, agreement between ChatGPT and teachers when assessing student assignments, and the effectiveness of feedback generated by ChatGPT using a well-known theoretical feedback framework. The results show that ChatGPT can generate feedback that is more detailed and coherent than that of human teachers, achieves a high level of agreement with teachers, and provides feedback on the process of completing the task, suggesting learning strategies for students. The study demonstrates the potential of using ChatGPT to provide effective feedback for open-ended writing tasks in higher education.

As described in the previous subsection, an important effort has been dedicated to the use of generative models to create new questions and exercises. However, these models also show excellent abilities at generating feedback and assessment knowledge. In fact, the level of knowledge of these models has proven to be high in varied domains. For instance, recent research has shown that ChatGPT achieves a level of medical question answering comparable to that of a third-year student (Gilson et al., 2023).

One of the fields where more research can be found is in providing feedback for programming. More specifically, researchers have focused on

generating feedback for fixing syntax errors in Python programs, which is a key scenario in introductory programming (Phung et al., 2023). The authors introduce PyFiXV, a technique to generate high-precision feedback powered by Codex, a popular LLM trained on text and code. The authors aim to develop LLMs-based feedback generation techniques with a tunable precision parameter, giving lecturers quality control over the feedback that students receive. The paper highlights the critical challenge of ensuring high precision in the generated feedback before deploying such technology in classrooms. The authors perform an extensive evaluation using two real-world datasets of Python programs with syntax errors and show the efficacy of PyFiXV in generating high-precision feedback. The paper suggests that LLMs have the potential to automate the feedback generation process and improve the landscape of computing education.

Another example is Insta-Reviewer, aimed at providing instant feedback on students' project reports (Qinjin Jia et al., 2022). The authors note the importance of feedback in promoting student learning and success and the challenges of providing timely feedback due to limited teaching resources. The authors argue that automated feedback systems can help tackle these challenges, and they present Insta-Reviewer as a novel approach to generating feedback on project reports. The authors also note that automated feedback systems have been developed for several educational tasks, but no previous study has investigated automated feedback generation on students' project reports. The authors argue that automated feedback systems can encourage lecturers to provide more project work in classes, provide formative feedback to students, and promote educational equity and diversity.

### 4.3. LANGUAGE LEARNING AND TUTORING

Language generative models have shown a great potential in language learning contexts. They can be used to create customized exercises, such as fill-in-the-gaps or multiple-choice questions, to help students practice their target language skills (Patel et al., n.d.). Additionally, these models can simulate conversation partners, allowing students to practice their speaking skills in a low-pressure environment.

However, in contrast to other fields of application, research in language learning and tutoring is still small, but scholars have already identified potential useful utilities, such as summarization, translation, grammar and vocabulary translation, providing suggestions for style improvements in written compositions, and improving learner engagement (Kasneji et al., 2023).

A few authors analyzed various generative language models on two dialogue tutoring datasets, evaluated their performance using automatic and human evaluations, and conducted a user study using expert annotators to understand their behavior in real tutoring settings (Macina et al., 2023). The authors found that while current approaches can model tutoring in constrained learning scenarios, they perform poorly in less constrained scenarios, and both models and ground-truth annotations exhibit low performance in terms of equitable tutoring. The authors also found that the available datasets are too small and not rich enough to capture the nuances of the dialogue tutoring problem, and existing evaluation metrics are inadequate for capturing tutoring quality. Based on their findings, the authors outline potential avenues of future research in dialogue tutoring.

Researchers have also studied ChatGPT as an instrument to promote teaching and learning, including personalized and interactive learning, generating prompts for assessment activities, and providing ongoing feedback to inform teaching and learning (Baidoo-Anu & Owusu Ansah, 2023). The study also highlights inherent limitations such as generating wrong information, bias in training data, and privacy issues. The authors offer recommendations on how ChatGPT could be leveraged to maximize teaching and learning and suggest that policymakers, teachers, researchers, and technology experts should collaborate to ensure the safe and constructive use of evolving generative AI tools in education. The article concludes with a discussion of the potential for ChatGPT to improve education and support students' learning, while acknowledging the need to address its limitations.

Besides, it is also important to consider the improvement in self-learning experience through ChatGPT (Firat, 2023). According to the author, ChatGPT, with its ability to engage in multiple ongoing conversations

and to offer customized and interactive assistance, has the potential to improve the independence and autonomy of autodidactic learners. The article suggests that by providing personalized support, direction, and feedback, ChatGPT could increase motivation and engagement. The article also notes the rapid uptake of ChatGPT, which reached one million users in just five days, and its potential to democratize education by making it more accessible and inexpensive.

In general, many applications of LLMs have direct applications in language learning. Thus, machine translation can be useful to help students to better understand a complex text (Zhu et al., 2020), to perform tasks with long texts (Beltagy et al., 2020) or for question answering tasks (Izacard & Grave, 2021). Due to the development of language specific models such as MarIA for Spanish (Gutiérrez-Fandiño et al., 2022), the use of LLMs for language learning has a long way to go.

#### 4.4. ACCESSIBILITY AND INCLUSIVITY

Language models can contribute to more inclusive and accessible university teaching by generating alternative formats of course materials, such as simplified text or audio transcriptions (Morris, 2020; Khanuja et al., 2022). This can be particularly beneficial for students with learning disabilities, non-native speakers, or those with hearing impairments.

One possible application of generative models for improving accessibility and inclusivity is the assessment of readability of teaching resources (Patel et al., 2023). These models enable the use of readability metrics although the authors detect gaps for improvement. Nevertheless, these models allow to simplify problems, generating new texts that could be understood by a larger number of students.

Notwithstanding, research on this two important factors, accessibility and inclusivity is still in the early stages. A recent research studied the use of a chatbot for providing essential information regarding academic and campus life (Heo & Lee, 2019). Interviews with the target users were conducted to verify the effectiveness, satisfaction, and extensibility of the service. The study's outcome provides a way to support communication and social inclusion by using a conversational agent that can enhance

the accessibility of information for managing school life. The research contributes towards the practical understanding of designing a chatbot for inclusivity in the academic field. The article concludes with future work that can be done to expand the chatbot's features and investigate its behavior on a wider scale, contributing to the development of guide robots at universities to enhance the campus experience for individuals.

Although research in this area is not well developed, it is easy to glimpse the potential of tools such as ChatGPT to improve factors such as accessibility and inclusiveness in education. These tools can provide on-demand assistance and support to students, allowing them to access information and resources more quickly and easily. Additionally, chatbots can provide personalized learning experiences and offer real-time feedback to students, which can help them stay engaged and motivated in their studies. By utilizing natural language processing and machine learning algorithms, chatbots like ChatGPT can also adapt to the unique needs of individual students and improve their learning outcomes. As with any emerging technology, careful consideration must be given to the potential benefits and risks before implementing AI chatbots in educational settings.

## 5. DISCUSSION

The entry of models such as ChatGPT into education must be analyzed from a broad perspective that takes into account the possible associated risks. This aspect is already being studied by different researchers, finding that ChatGPT's performance varies across subject domains, with outstanding results in economics and satisfactory results in programming but unsatisfactory results in mathematics (Lo, 2023). ChatGPT has the potential to serve as an assistant for lecturers and a virtual tutor for students, but its use raises concerns such as generating incorrect or fake information and facilitating plagiarism. The review suggests immediate action to update assessment methods and institutional policies in schools and universities. Teacher training and student education are also recommended to respond to the impact of ChatGPT on the educational environment. The review concludes by highlighting the limitations of the



study and calling for further research to better understand the capabilities and limitations of ChatGPT technology.

Despite the promising applications of generative language models in university teaching, we must take into account their challenges and limitations. For instance, the quality of the generated content may not always meet academic standards, and potential biases embedded in the training data can lead to unintended consequences. Furthermore, ethical concerns must be carefully considered when implementing these models in educational settings.

In addition, some researchers point to a more careful use of this type of model (Tlili et al., 2023). The study was conducted in three stages and revealed that while there is enthusiasm regarding the use of ChatGPT in educational settings, there are also voices who approach its use cautiously. The investigation of user experiences through ten educational scenarios revealed various concerns, including cheating, honesty and truthfulness of ChatGPT, privacy misleading, and manipulation. The study provided several research directions that should be considered to ensure a safe and responsible adoption of chatbots, specifically ChatGPT, in education. The findings have theoretical and practical implications, highlighting the need to develop curricula to upskill teachers' and students' competencies in dealing with the current and future advancement of chatbots and to develop responsible chatbots in education by focusing more on human values. However, the study has some limitations, such as a limited number of participants and the use of qualitative analysis without quantitative analysis. Future research directions could focus on implementing ChatGPT within teaching practices and investigating how human tutors and machines (ChatGPT) could work together to achieve educational objectives.

## 6. CONCLUSION

In summary, the current state of the art of using language generative models in university teaching showcases their potential in enhancing various aspects of the educational process. As these models continue to advance, their integration into higher education is expected to grow,

offering innovative solutions to address the evolving needs of both students and teachers.

Furthermore, the skills of ChatGPT varies across different subject domains, indicating that the tool is not universally effective in all areas. This highlights the need for a cautious approach and thorough evaluation of the capabilities and limitations of such models before incorporating them into educational practices.

Regarding content generation, models like ChatGPT have been found to be useful in creating course materials, generating outlines, and providing summaries. These models can also be employed to create assessment materials, including multiple-choice questions and open-ended questions, as well as evaluate student performance. Challenges include the risk of facilitating plagiarism and the need for the development of novel evaluation methods. Generative models show an untapped potential in language learning by creating customized exercises and simulating conversation partners. However, research in this area is still limited, and current approaches face difficulties in less constrained scenarios and equitable tutoring. Finally, language models can contribute to a more inclusive and accessible education by generating alternative formats of course materials, such as simplified text or audio transcripts. Research in this area is still in its infancy, but the potential of tools like ChatGPT is evident in improving accessibility and inclusiveness in education.

The integration of generative language models, such as ChatGPT, into the educational landscape offers significant potential for transforming teaching and learning experiences. Applications of these models include content generation, assessment, language learning and tutoring, accessibility, and inclusivity, which can greatly benefit both teachers and learners.

## 7. ACKNOWLEDGMENTS

This work is part of the Teaching Innovation Project “AI4Teaching: Modelos avanzados de lenguaje para la mejora de la enseñanza universitaria” with grant number IE23.6107, funded by Universidad Politécnica de Madrid in the 2022-2023 call for “Proyectos de Innovación Educativa y Mejora de la Calidad de la Enseñanza”.

## 8. WORKS CITED

- Baidoo-Anu, D., & Owusu Ansah, L. (2023). Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding the Potential Benefits of ChatGPT in Promoting Teaching and Learning. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4337484>
- Beltagy, I., Peters, M. E., & Cohan, A. (2020). Longformer: The Long-Document Transformer (arXiv:2004.05150). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2004.05150>
- Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J. D., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D., Wu, J., Winter, C., ... Amodei, D. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 1877–1901. <https://proceedings.neurips.cc/paper/2020/hash/1457c0d6bfc4967418bf8ac142f64a-Abstract.html>
- Dai, W., Lin, J., Jin, F., Li, T., Tsai, Y.-S., Gasevic, D., & Chen, G. (2023). Can Large Language Models Provide Feedback to Students? A Case Study on ChatGPT [Preprint]. *EdArXiv*. <https://doi.org/10.35542/osf.io/hcgzj>
- Danny C.L. TSAI, Willy J.W. Chang, & Stephen J.H. Yang. (2021). Short Answer Questions Generation by Fine-Tuning BERT and GPT-2. 29th International Conference on Computers in Education.
- Felice, M., Taslimipoor, S., & Buttery, P. (2022). Constructing Open Cloze Tests Using Generation and Discrimination Capabilities of Transformers (arXiv:2204.07237). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.07237>
- Firat, M. (2023). How Chat GPT Can Transform Autodidactic Experiences and Open Education? [Preprint]. *Open Science Framework*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/9ge8m>
- Ghadimi, A., & Beigy, H. (2022). Hybrid multi-document summarization using pre-trained language models. *Expert Systems with Applications*, 192, 116292. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116292>
- Gilson, A., Safranek, C. W., Huang, T., Socrates, V., Chi, L., Taylor, R. A., & Chartash, D. (2023). How Does ChatGPT Perform on the United States Medical Licensing Examination? The Implications of Large Language Models for Medical Education and Knowledge Assessment. *JMIR Medical Education*, 9(1), e45312. <https://doi.org/10.2196/45312>
- Gutiérrez-Fandiño, A., Armengol-Estapé, J., Pàmies, M., Llop-Palao, J., Silveira-Ocampo, J., Carrino, C. P., Gonzalez-Agirre, A., Armentano-Oller, C., Rodriguez-Penagos, C., & Villegas, M. (2022). MarIA: Spanish Language Models. *Procesamiento Del Lenguaje Natural*, 39–60. <https://doi.org/10.26342/2022-68-3>

- Heo, J., & Lee, J. (2019). CiSA: An Inclusive Chatbot Service for International Students and Academics. In C. Stephanidis (Ed.), *HCI International 2019 – Late Breaking Papers* (Vol. 11786, pp. 153–167). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-30033-3\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30033-3_12)
- Izacard, G., & Grave, E. (2021). Leveraging Passage Retrieval with Generative Models for Open Domain Question Answering (arXiv:2007.01282). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2007.01282>
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeiffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Khanuja, S., Ruder, S., & Talukdar, P. (2022). Evaluating inclusivity, equity, and accessibility of NLP technology: A case study for Indian languages. *ArXiv Preprint ArXiv:2205.12676*.
- King, M. (2023, March 12). How ChatGPT Can Help You To Learn Almost Any Foreign Language—From Zero to Hero! Medium. <https://medium.com/@neonforge/how-chatgpt-can-help-you-to-learn-almost-any-foreign-language-from-zero-to-hero-4d2ff7190cdc>
- Lo, C. K. (2023). What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature. *Education Sciences*, 13(4), 410. <https://doi.org/10.3390/educscil3040410>
- Macina, J., Daheim, N., Wang, L., Sinha, T., Kapur, M., Gurevych, I., & Sachan, M. (2023). Opportunities and Challenges in Neural Dialog Tutoring (arXiv:2301.09919). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2301.09919>
- Mizumoto, A., & Eguchi, M. (2023). Exploring the potential of using an AI language model for automated essay scoring. *Research Methods in Applied Linguistics*, 2(2), 100050. <https://doi.org/10.1016/j.rmal.2023.100050>
- Morris, M. R. (2020). AI and accessibility. *Communications of the ACM*, 63(6), 35–37.
- Osakwe, I., Chen, G., Whitelock-Wainwright, A., Gašević, D., Pinheiro Cavalcanti, A., & Ferreira Mello, R. (2022). Towards automated content analysis of educational feedback: A multi-language study. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100059. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100059>
- Patel, N., Nagpal, P., Shah, T., Sharma, A., Malvi, S., & Lomas, D. (2023). Improving mathematics assessment readability: Do large language models help? *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.12776>

- Phung, T., Cambroner, J., Gulwani, S., Kohn, T., Majumdar, R., Singla, A., & Soares, G. (2023). Generating High-Precision Feedback for Programming Syntax Errors using Large Language Models (arXiv:2302.04662). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2302.04662>
- Qinjin Jia, Young, M., Yunkai Xiao, Jialin Cui, Chengyuan Liu, Rashid, P., & Gehringer, E. (2022). Insta-Reviewer: A Data-Driven Approach for Generating Instant Feedback on Students' Project Reports. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.6853099>
- Sarsa, S., Denny, P., Hellas, A., & Leinonen, J. (2022). Automatic Generation of Programming Exercises and Code Explanations Using Large Language Models. *Proceedings of the 2022 ACM Conference on International Computing Education Research - Volume 1*, 1, 27–43. <https://doi.org/10.1145/3501385.3543957>
- Shen, J. T., Yamashita, M., Prihar, E., Heffernan, N., Wu, X., Graff, B., & Lee, D. (2021). MathBERT: A Pre-trained Language Model for General NLP Tasks in Mathematics Education (arXiv:2106.07340). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2106.07340>
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 10(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
- Tsai, D. C. L., Huang, A. Y. Q., Lu, O. H. T., & Yang, S. J. H. (2021). Automatic Question Generation for Repeated Testing to Improve Student Learning Outcome. *2021 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 339–341. <https://doi.org/10.1109/ICALT52272.2021.00108>
- Wang, Y., Wang, W., Joty, S., & Hoi, S. C. H. (2021). CodeT5: Identifier-aware Unified Pre-trained Encoder-Decoder Models for Code Understanding and Generation (arXiv:2109.00859). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2109.00859>
- Wang, Z., Valdez, J., Basu Mallick, D., & Baraniuk, R. G. (2022). Towards Human-Like Educational Question Generation with Large Language Models. In M. M. Rodrigo, N. Matsuda, A. I. Cristea, & V. Dimitrova (Eds.), *Artificial Intelligence in Education* (pp. 153–166). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-11644-5\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-031-11644-5_13)
- Zhu, J., Xia, Y., Wu, L., He, D., Qin, T., Zhou, W., Li, H., & Liu, T.-Y. (2020). Incorporating BERT into Neural Machine Translation (arXiv:2002.06823). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2002.06823>

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: INGENIERÍA INFORMÁTICA

---

FRANCISCO DANIEL PÉREZ CANO

*Departamento de Informática. Universidad de Jaén*

JUAN JOSÉ JIMÉNEZ DELGADO

*Departamento de Informática. Universidad de Jaén*

GEMA PARRA CABRERA

*Departamento de Informática. Universidad de Jaén*

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, vivimos en un mundo digitalizado en el que la tecnología se ha convertido en una parte integral de nuestras vidas, incluyendo el ámbito educativo. Con el avance de las tecnologías han surgido nuevas formas de enseñanza y el aprendizaje que van más allá de los límites físicos del aula. Actualmente existe una amplia variedad de herramientas y recursos tecnológicos que permiten enriquecer y mejorar la enseñanza. Las pizarras digitales, los sistemas de videoconferencias, los dispositivos móviles y las plataformas en línea son solo algunos ejemplos de tecnologías que se utilizan en las aulas. Estas tecnologías han facilitado el acceso a la información y han transformado la forma en la que se imparte la docencia un enriquecimiento del proceso de aprendizaje a través de la impartición de conceptos de una forma más interactiva.

La ingeniería informática es una disciplina en constante evolución y crecimiento, que requiere docentes altamente capacitados para preparar al estudiantado para un mercado laboral cada vez más exigente. Además de adaptar la docencia a las nuevas tecnologías para mejorar el proceso de aprendizaje, es necesario actualizar los contenidos que se imparten para mejorar la formación de los estudiantes. Como docentes, es

fundamental abrazar estos cambios e integrarlos de una forma rápida y efectiva en el aula.

La inteligencia artificial (IA) es una disciplina, que, aunque lleva muchos años entre nosotros, está popularizándose a un gran ritmo durante los últimos meses gracias al potencial de algunas herramientas. Tienen tal potencial que se ha generado un clima de aceptación y rechazo al mismo tiempo dentro de la sociedad. La Unión Europea (UE) se ha visto obligada a regular el uso de la IA para garantizar el respeto a los derechos fundamentales, la transparencia y la gestión de posibles riesgos en un futuro, aunque no existe un consenso claro en este aspecto. En el ámbito educativo existen varios informes y trabajos que destacan las herramientas basadas en IA como el futuro para mejorar el proceso de aprendizaje y formación de los estudiantes.

Este capítulo se centra en analizar la forma de integrar este tipo de herramientas en la educación superior haciendo especial hincapié en el grado de ingeniería informática.

## 2. OBJETIVOS

Las técnicas de IA son un instrumento con un gran potencial dentro del ámbito educativo. Sin embargo, es necesario realizar ciertos cambios en la metodología tradicional de enseñanza para poder llevar estas herramientas hasta las aulas. Además, también es necesario identificar las diferentes dificultades que plantean. El objetivo de este capítulo es analizar en profundidad las diferentes formas de implantar el uso de este tipo de herramientas dentro del ámbito educativo de forma que se identifiquen las ventajas e inconvenientes de su implantación. Para ello se revisarán diferentes estudios y ejemplos en diferentes disciplinas. El estudio aborda tanto el punto de vista del estudiante como el del docente que se enfrenta a la implantación de la misma. Aunque la mayor parte de las disciplinas pueden incluir este tipo de herramientas de una forma u otra, en este caso nos hemos centrado en los estudios de ingeniería informática, dentro de la educación superior, ya que es uno de los campos de estudio donde los contenidos cambian de una forma más continuada por el avance de las tecnologías y las necesidades de la sociedad actual.

### 3. ESTADO DE LA IA EN LA EDUCACIÓN

En esta sección se realiza una revisión bibliográfica de artículos científicos y publicaciones en revistas especializadas relacionadas con técnicas de inteligencia artificial aplicadas en el ámbito docente.

La evolución de la IA está transformando diversos aspectos de la sociedad, y la educación no es una excepción. A medida que la IA continúa avanzando, se vislumbra un futuro donde la enseñanza tradicional será redefinida y enriquecida por el poder de esta tecnología. Actualmente existe una implicación directa del personal docente y de las principales organizaciones mundiales para la afrontar los retos que presentan estos avances tecnológicos. Por un lado, existen varios informes y guías sobre cómo se debe integrar la IA en la educación, así como las ventajas que ofrecen en el proceso de enseñanza, desde el punto de vista jurídico, ético y de la innovación docente. Por otro lado, también se destacan los principales retos que hay que abordar para garantizar una mejora de los medios de subsistencia que reduzcan las desigualdades a través de políticas educativas justas e inclusivas.

La Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) publicó recientemente un informe sobre los desafíos y necesidades que presenta la IA en el ámbito educativo (UNESCO, 2023). En este informe se sugiere que todos los países deben establecer una serie de políticas educativas, en materia de inteligencia artificial, que garanticen la inclusión y la equidad educativa. Por otro lado, en el marco del Consenso de Beijing (UNESCO, 2019), la UNESCO también elaboró una guía para los especialistas y profesionales de las comunidades encargados de generar políticas en el ámbito educativo (UNESCO, 2021).

En 2019, el Centro Común de Investigación (JRC) de la Unión Europea emitió un informe donde concluye que la IA puede mejorar el proceso de aprendizaje y la enseñanza gracias a los mecanismos de personalización y retroalimentación inmediata que ofrece a los estudiantes (European Commission. Joint Research Centre, 2018). Por otro lado, también destaca la identificación de las necesidades de los estudiantes de una forma más clara y rápida como una ventaja ya que permite que el personal



docente adapte los contenidos, y la forma de impartirlos, a las necesidades de los estudiantes.

Moreno Padilla destacó la transversalidad de la IA a la hora de impartir y generar conocimiento (Moreno Padilla, 2019). Destaca el uso de los agentes de software conversacionales inteligentes, las plataformas de auto-aprendizaje y la robótica educativa como las herramientas principales para mejorar el proceso de aprendizaje y reducir la carga de trabajo del personal docente con las tareas de corrección. En 2018 se presentó el marco de una herramienta basada en múltiples modelos de aprendizaje y técnicas de IA para crear patrones de comportamiento sobre las respuestas de los estudiantes haciendo así más eficiente la construcción de los instrumentos de evaluación (Bajaj y Sharma, 2018). Existen varios estudios positivos que muestran cómo las herramientas adaptativas e inteligentes refuerzan el aprendizaje de los estudiantes (Iglesias et al., 2019; Yufe et al., 2020). Para ello desarrollaron un sistema que se retroalimentaba mediante la evaluación de diferentes tareas presentadas a los estudiantes. De esta forma el sistema se iba actualizando su política pedagógica de forma automática de acuerdo a las necesidades del estudiante en cada momento, basándose solamente en la experiencia previa de otros estudiantes con características similares.

Existen herramientas que permiten la interacción entre los humanos y las máquinas influenciadas por la IA. Estas herramientas se denominan chatbots y funcionan como asistentes virtuales dentro del proceso educativo. Los chatbots pueden responder las preguntas de los estudiantes, en tiempo real, y guiarlos durante su proceso de aprendizaje sin importar el idioma (Clarizia et al, 2018; Ciechanowski et al., 2019; Murtarelli et al., 2021).

Por otro lado, algunos autores han destacado la capacidad de combinar el uso de la IA con otras tecnologías emergentes en el ámbito educativo como: los sistemas de reconocimiento semántico del lenguaje, el reconocimiento de imágenes, la realidad aumentada, la realidad virtual, la computación cuántica y muchas más (Yufe et al., 2020). Algunas de estas tecnologías son de especial relevancia dentro de la educación superior y cada vez son más utilizadas. En el ámbito sanitario, los simuladores basados en realidad virtual y aumentada han demostrado ser una

mejora a la educación clínica tradicional donde los estudiantes solo pueden aprender de una forma práctica bajo la supervisión de un especialista consagrado (McGaghie., 2009; Bailenson, 2018). Esto puede ocasionar que se produzcan graves daños sobre los pacientes mientras que los entornos de simulación proporcionan seguridad durante todo el proceso de aprendizaje. La configuración del entorno de simulación es la que determina el grado de inmersión y realismo del caso al que se enfrenta el estudiante (Jiménez Delgado, 2020). Al igual que ocurre con la IA, es fundamental identificar la mejor forma de integrar la tecnología en el proceso de aprendizaje del estudiante, de forma que se facilite y mejore el desarrollo de las habilidades técnicas sin afectar al propio proceso.

Existe una gran preocupación en una parte de la comunidad docente a la hora de abordar el uso ético y responsable de estas tecnologías, tanto por el estudiante como por el docente. Varios autores han analizado los desafíos éticos que se presentan con el uso de la inteligencia artificial en los entornos educativos (Holmes et al., 2019; Hwang et al., 2020; Chaudhry et al., 2022; Nguyen et al., 2022). Las principales problemáticas que se deben afrontar con el uso de la IA son la privacidad, el sesgo algorítmico, la equidad educativa y la transparencia.

#### 4. LA IA EN LOS ESTUDIOS SUPERIORES DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

La IA en el ámbito docente tiene un impacto significativo en la forma en la que se enseña y se aprende. A medida que avanzamos hacia una sociedad digitalizada, es importante aprovechar el potencial de las nuevas tecnologías e integrarlas en nuestro día a día. La inteligencia artificial es una de las herramientas con más potencial para mejorar el proceso educativo. Una de las principales ventajas que nos ofrece la IA en el ámbito educativo es la capacidad de personalizar el aprendizaje de los estudiantes. Cada estudiante tiene una serie de necesidades específicas y la IA tiene la capacidad de adaptarse a dichas necesidades. Al utilizar algoritmos de análisis de datos, la IA puede recopilar información sobre el desempeño de los estudiantes, identificar áreas de mejora y proporcionar recomendaciones personalizadas. Además, la IA se puede adaptar

al estudiante, con independencia de su ubicación geográfica, idioma o situación, superando las diferentes barreras que se forman durante el proceso de aprendizaje. De esta forma el docente puede crear un entorno de aprendizaje más efectivo y centrado en las necesidades específicas de los estudiantes mejorando los resultados. La retroalimentación de estas herramientas es inmediata y muy precisa por lo que el estudiante puede corregir los errores y mejorar la comprensión de los conceptos al momento sin la necesidad de esperar a la próxima sesión de clase o la respuesta del docente. Los chatbot ya permiten ejercer como tutores en línea simulando la labor del docente.

En el apartado anterior se ha visto como existe una implicación directa de las principales instituciones educativas y del personal docente para promover la integración de la IA en el ámbito docente. Se han mostrado varios guías y estudios que indican como se deben afrontar los retos que plantean desde un punto de vista político y docente.

Las instituciones educativas deben desarrollar políticas y directrices claras que aborden el uso ético y responsable de la IA en la educación. Además, deben garantizar la privacidad, equidad, transparencia y seguridad de los datos de los usuarios. Por otro lado, desde los órganos académicos se debe asegurar la disponibilidad de una infraestructura tecnológica que permita la integración de la IA en el entorno educativo. No solo es necesario desarrollar dispositivos y/o herramientas que ayuden a los estudiantes y a los docentes, también es necesario garantizar que todos los miembros de la comunidad educativa tienen acceso a estos servicios ya sea desde un dispositivo personal o proporcionado por el centro donde se desarrolla la actividad docente. Si no se garantiza el acceso a estos servicios, no se podría mantener la equidad dentro del proceso educativo y aumentaría la brecha digital que existe entre los estudiantes que tienen un mayor y menor acceso a los dispositivos tecnológicos.

En cuanto a la capacitación y desarrollo profesional del personal docente, las instituciones deben apostar por mejorar la formación para obtener un mejor uso y aprovechamiento de la IA en el aula. El docente debe comprender las capacidades y las limitaciones de la IA, así como la forma de integrarla de manera efectiva en la enseñanza y el aprendizaje. Aunque existen patrones en la forma de integrar la IA entre las

asignaturas que componen una titulación, la forma de impartir y evaluar la materia varía provocando que el docente tenga que profundizar mucho más a la hora de definir el marco en el que utiliza esta tecnología. Cada asignatura de los diferentes grados ofertados por las instituciones de educación superior necesita ser analizada de forma individual para definir la mejor forma de integrar la IA sin alterar el desarrollo de las habilidades de los estudiantes. Por ello, la formación del docente es un elemento fundamental durante la integración ya que permite definir los límites y la forma en la que se realiza de una forma mucho más precisa.

Para asegurar que el impacto de la IA en el rendimiento académico y garantizar que se aplica con responsabilidad, las instituciones deben implementar una serie de mecanismo de evaluación y seguimiento para analizar el impacto que está produciendo sobre el proceso de aprendizaje. Estas políticas obligarán al docente a ajustar y mejorar continuamente la aplicación de las herramientas basadas en técnicas de IA dentro del entorno educativo garantizando que se utilizan con responsabilidad y aprovechando su potencial para mejorar los resultados educativos.

Además de los mecanismos e implicaciones que provoca el uso de la IA en el ámbito educativo es necesario que el personal docente también realice ciertas acciones para poder implantar estas tecnologías de la mejor forma posible. Los docentes deben desarrollar competencias digitales que les permitan comprender y utilizar la IA de manera efectiva. Esto implica adquirir habilidades en el uso de herramientas y tecnologías basadas en IA, así como en el análisis e interpretación de los resultados que se obtienen durante el proceso. Además, es necesario que los docentes sean capaces de adaptar estas herramientas a sus contenidos y forma de impartir la docencia. Esto implica la identificación de las áreas donde la IA puede proporcionar beneficios, el diseño de actividades y/o evaluaciones que aprovechen la capacidad de la IA para mejorar el proceso de aprendizaje y el seguimiento de las mismas para ajustar, y mejorar, de forma continua la forma en la que se utilizan estas herramientas. Además, hay que fomentar la colaboración y el intercambio de experiencias con otros docentes y/o profesionales para aprender de las mejores prácticas en el uso de la IA en el ámbito educativo. De esta forma, el docente podrá conseguir implementar el uso de la IA de una mejor forma,

innovando y aprendiendo continuamente a través de las experiencias de otros docentes. Llegados a este punto, es necesario destacar que la tecnología sigue evolucionando y que tendremos que adaptarnos a los cambios a medida que se produzca esta evolución.

Aunque estas herramientas estén diseñadas para apoyar a los estudiantes, los docentes tienen que seguir desarrollando un papel fundamental en el ámbito educativo. La tecnología debe ser utilizada como una herramienta complementaria no como un elemento que sustituye al docente. Al liberarse de ciertas tareas, los docentes pueden dedicar más tiempo a la interacción, planificación y el apoyo individualizado. Además, es necesario acompañar y apoyar a los estudiantes en el uso de la IA. Los docentes deben guiar a los estudiantes en la comprensión de los resultados generados por la IA, fomentando la reflexión crítica sobre su uso y promoviendo un uso ético y responsable de esta tecnología.

Una vez se han identificado los elementos fundamentales, y los principales implicados para conseguirlos, que se deben considerar a la hora de integrar la IA de manera efectiva, ética y responsable en el entorno educativo, vamos a proceder a centrarnos en cómo se podría abordar la integración de esta tecnología en los estudios superiores de las universidades españolas. En concreto, nos centraremos en ingeniería informática. Las universidades españolas disponen de redes inalámbricas con acceso a internet y espacios con dispositivos electrónicos con los que pueden trabajar y acceder a las herramientas necesarias. Aunque se puede mejorar, la infraestructura de los centros de educación superior permite integrar la IA entre los estudiantes con equidad. Una vez garantizado este punto vamos a comenzar a analizar las principales características de los estudios superiores en los que se va a implantar.

En lo que compete a la ingeniería informática, los estudiantes tienen que desarrollar ciertas capacidades para prepararse ante el mercado laboral. Estos estudios se centran principalmente en desarrollar las habilidades en el ámbito de la programación. Las herramientas basadas en técnicas de inteligencia artificial permiten identificar patrones y errores comunes en el código fuente escrito por los estudiantes, así como ofrecer retroalimentación instantánea que permita sirva de ayuda en la resolución de los problemas que se plantean en el aula. Actualmente existen

plataformas como Code.org que emplean algoritmos de aprendizaje automático para brindar retroalimentación en tiempo real mientras los estudiantes aprenden a programar. Los principales conocimientos que desarrollan los estudiantes son:

- Lenguajes de programación: en los primeros años los estudiantes adquieren sus primeras nociones sobre estos lenguajes. Cada lenguaje se compone de una serie de instrucciones y una serie de reglas gramaticales. Aunque todos los lenguajes comparten una lógica computacional, son diferentes unos de otros.
- Lógica computacional: los lenguajes de programación siguen un orden, una estructura y una metodología determinada. Es de vital importancia aprender a abstraer conceptos y a subdividir problemas de gran complejidad en pequeños problemas fáciles de solucionar.
- Buenas prácticas: durante las primeras etapas de formación es importante que el estudiante tenga en consideración aspectos fundamentales como la modularización, documentación y limpieza del código fuente.
- Creatividad e innovación: no existe una única solución válida para un problema. Los estudiantes deben desarrollar la creatividad y la curiosidad de explorar las diferentes formas que permiten resolver un mismo problema. Es necesario conocer o identificar la forma más óptima de resolver un problema para poder resolver grandes problemas que requieren un mayor coste computacional.

Para que la herramienta basada en IA sea un complemento en la formación del estudiante, y no un elemento que supla la formación, es necesario establecer una serie de límites y definir con precisión cómo debe funcionar. Para ello, consideramos necesario realizar una implantación incremental en cuanto a la funcionalidad. Hay ciertas tareas clásicas como la documentación del trabajo realizado que no se deben ver afectadas por el uso de estas tecnologías. Además, hay que tener en consideración el grado de madurez y conocimientos que ha adquirido el

estudiante antes de establecer un límite. El docente debe implicarse de forma directa en este proceso. En los primeros cursos, la IA tiene que utilizarse como un sistema de autoevaluación, retroalimentación instantánea y de ayuda en la resolución de problemas, sin proporcionar al estudiante ningún tipo de solución. De esta forma la dependencia que se crea entre el estudiante y la herramienta basada en IA es mínima. El estudiante puede utilizar la información que recibe de la IA para corregir los errores, pero en ningún caso obtener la solución a través de la misma. Los entornos de programación que se utilizan en los estudios de ingeniería informática funcionan de una forma similar, sin embargo, la información que proporcionan es bastante limitada y en muchas ocasiones difícil de comprender para los estudiantes que comienzan a programar. Hemos realizado algunas pruebas utilizando las herramientas basadas en IA para comprobar la información que muestra sobre los errores que tiene un fragmento de código respecto a la información que muestra un entorno de programación clásico y podemos concluir que la información es mucho más precisa y detallada. Con la consulta adecuada, la IA es capaz de identificar el problema y de explicar por qué no funciona. Con esta información, los estudiantes que comienzan a programar podrían identificar las zonas con errores y solucionar los problemas mucho más rápido.

En cursos más avanzados, la IA se podría utilizar para ayudar al estudiante y como una herramienta para generar soluciones de una forma más rápida y eficiente, acercando el uso de esta tecnología al del mundo laboral. A medida que el estudiante se acerca a los últimos cursos, se debería permitir un mayor uso de esta tecnología. En el ámbito empresarial, muchos programadores utilizan herramientas como ChatGPT a diario. En el ámbito académico, los estudiantes de ingeniería informática comienzan a realizar prácticas en el ámbito empresarial a partir del tercer y cuarto curso. Ante este panorama, consideramos que la mejor forma de afrontar esta situación es adaptar la docencia de forma escalonada para ir introduciendo el uso de la tecnología poco a poco sin que el estudiante cree una dependencia directa sobre este tipo de herramientas ni se vea limitado su aprendizaje. Sin embargo, al ofrecer estas facilidades, la docencia también debería adaptarse para que los estudiantes se centren en resolver problemas más grandes, realistas y óptimos,

mejorando así su preparación para el mercado laboral. La resolución de este tipo de problemas también puede ser un punto extra de motivación.

La labor de la IA no sustituye al docente, solo es un complemento. El docente debe ser el principal encargado de que el estudiante desarrolle su creatividad y asegurarse de que se siguen unas buenas pautas a la hora de programar. Por ejemplo, realizando un seguimiento constante para que el estudiante tenga en consideración la calidad del código. Además, hay que tener en cuenta que la aplicación de técnicas de IA en ocasiones acarrear errores. Para ello, sugerimos el uso de una serie de registros que permitan realizar un seguimiento constante de las interacciones que tienen los estudiantes con las herramientas basadas en IA. De esta forma, el docente puede realizar un seguimiento para mejorar la herramienta y asistir al estudiante ante las respuestas de mala calidad.

Como hemos visto a lo largo de esta sección, la labor del docente a la hora de integrar esta tecnología es fundamental por lo que la formación en el ámbito es fundamental y debe ser continua para tener mejor la preparación ante los cambios que están por llegar.

## 5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

La evolución de la inteligencia artificial está redefiniendo la enseñanza tradicional. Aunque existen desafíos y cuestiones éticas a considerar, la IA tiene potencial para transformar la educación y brindar a los estudiantes una experiencia de aprendizaje más adaptado sus necesidades

La aplicación de técnicas de inteligencia artificial en la innovación docente en ingeniería informática puede ser muy beneficiosa para los estudiantes, ya que les permite establecer sistemas de autoevaluación, tener una retroalimentación personalizada e instantánea y mejora la preparación para el mercado laboral. Además, las técnicas de IA también pueden ayudar a los docentes a optimizar el proceso de aprendizaje y a mejorar la calidad de la educación en esta área. Es importante que los docentes de ingeniería informática consideren el uso de estas técnicas en su práctica docente y exploren nuevas formas de integrar la IA en el aula.



La formación en IA es fundamental a la hora de integrar este tipo de herramientas en la educación. Cada asignatura, y cada área del conocimiento tiene una serie de elementos fundamentales, que hay que identificar para poder determinar la mejor forma en la que integrar esta tecnología. Además, el docente debe encargarse de realizar un seguimiento sobre la implantación para corregir aquellos errores que se produzcan y mejorar la herramienta de forma continua. Hay ciertas tareas clásicas, como la documentación, donde la IA no debería intervenir. Durante la integración, hay que establecer ciertos límites que delimiten el uso responsable y ético de la IA, siguiendo las normativas y guías de las principales instituciones educativas.

Como medidas para mejorar durante los próximos años, habría que realizar un seguimiento sobre la evolución de la IA, así como el nuevo marco normativo europeo donde se va a regular su uso, implantar las medidas en los estudios superiores de ingeniería informática y analizarlas para determinar el efecto en el desarrollo las habilidades de los estudiantes, mejorar la oferta formativa de IA para personal docente y estudiar la utilidad que puede tener su implantación en otras áreas del conocimiento más teóricas.

## 6. REFERENCIAS

- Bailenson, J. (2018). *Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do*. WW Norton.
- Bajaj, R. y Sharma, V. (2018). *Smart Education with artificial intelligence based determination of learning styles*. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.095>
- Ciechanowski, L., Przegalinska, A., Magnuski, M. y Gloor, P. (2019). *In the shades of the uncanny valley: An experimental study of human–chatbot interaction*. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.01.055>
- Chaudhry, M. A., Cukurova, M., y Luckin, R. (2022). *A Transparency Index Framework for AI in Education*. Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-11647-6\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-031-11647-6_33)
- Clarizia, F., Colace, F., Lombardi, M., Pascale, F. y Santaniello, D. (2018). *Chatbot: An education support system for student*. In *Cyberspace Safety and Security: 10th International Symposium, CSS 2018, Amalfi, Italy, October 29–31, 2018, Proceedings 10* (pp. 291-302). Springer International Publishing.

- European Commission. Joint Research Centre. (2018). The impact of Artificial Intelligence on learning, teaching, and education. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/12297>
- Iglesias, A., Martínez, P., Aler, R. y Fernández, F. (2009). Reinforcement learning of pedagogical policies in adaptive and intelligent educational systems. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2009.01.007>
- Holmes, W., Bialik, M. y Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education. Independently Published.
- Hwang, G.-J., Xie, H., Wah, B. W. y Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>
- Jiménez-Delgado, J., Calzado-Martínez, A., Pérez-Cano, F. y Luque-Luque, A. (2020). Virtual Reality Environment for the Validation of Bone Fracture Reduction Processes. In Proceedings of the 15th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications. <https://doi.org/10.5220/0009175003990405>
- McGaghie, W. C. (2008). Research Opportunities in Simulation-based Medical Education Using Deliberate Practice. *Academic Emergency Medicine*, 15(11), 995-1001. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2008.00246.x>
- Moreno Padilla, R. D. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *Revista de Investigacion en Tecnologias de la Informacion*. <https://doi.org/10.36825/riti.07.14.022>
- Murtarelli, G., Gregory, A. y Romenti, S. (2021). A conversation-based perspective for shaping ethical human-machine interactions: The particular challenge of chatbots. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.018>
- Nguyen, A., Ngo, H. N., Hong, Y., Dang, B., y Nguyen, B-P. T. (2022). Ethical principles for artificial intelligence in education. Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11316-w>
- UNESCO. (2019). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
- UNESCO. (2021). AI and education: guidance for policy-makers. <https://doi.org/10.54675/pcsp7350>
- UNESCO. (2023, Mayo). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. La Inteligencia Artificial en la Educación. <https://es.unesco.org/themes/tic-educacion/inteligencia-artificial>
- Yufei, L., Saleh, S., Jiahui, H. y Abdullah, S. M. S. (2020). Review of the Application of Artificial Intelligence in Education. Global Media Holdings Pty Ltd. <https://doi.org/10.53333/ijicc2013/12850>

# APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA

---

ALBERTO PICARDO

*Universidad de Sevilla, Departamento de Ingeniería del Diseño*

AMANDA MARTÍN-MARISCAL

*Universidad de Sevilla, Departamento de Ingeniería del Diseño*

ESTELA PERALTA

*Universidad de Sevilla, Departamento de Ingeniería del Diseño*

## 1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de inteligencia artificial (IA) en los contextos de enseñanza de educación superior está adquiriendo alta relevancia. La transformación digital e inteligente experimentada por las actividades industriales a través de los modelos de Industria 4.0 y 5.0 está siendo adaptada a otros sectores, como es el caso de las enseñanzas técnicas. La implementación de recursos basados en inteligencia artificial en las universidades puede suponer la transformación de los procesos de gestión y docencia, mejorando los resultados en eficiencia, personalización y calidad. En cuanto a la gestión, la inteligencia artificial puede agilizar los procesos administrativos (como matriculaciones, planificación de horarios, administración de recursos, elaboración y tramitación de documentos, etc.), automatizando tareas rutinarias y repetitivas, liberando tiempo y recursos que podrían ser destinados a actividades estratégicas. En el ámbito de la docencia, las herramientas de inteligencia artificial pueden transformar la metodología de enseñanza con estrategias de personalización según las necesidades de cada estudiante, facilitar la elaboración de material didáctico, la generación de contenidos educativos interactivos y herramientas de apoyo (como bibliotecas virtuales, simuladores y plataformas de colaboración), que enriquecen la experiencia educativa y promueven el aprendizaje activo y autónomo (Phobun &

Vicheanpanya, 2010). Así mismo, agilizar tareas administrativas y de gestión del profesorado. Una de las principales ventajas es el enriquecimiento de la experiencia de aprendizaje. Gracias a un análisis de resultados de evaluación en tiempo real que genera una retroalimentación personalizada, las herramientas de IA identifican áreas de mejora y ofrecen recursos adicionales según perfil (estilo de aprendizaje) y progreso, sugiriendo materiales y actividades de refuerzo, de ampliación, y otras relevantes según las necesidades de cada estudiante (Long & Aleven, 2013); o incluso, actividades diseñadas según sus preferencias ante la contextualización del contenido, estrategia útil para potenciar la motivación intrínseca del grupo, aumentando el compromiso de los estudiantes con la materia. Otro de los beneficios a resaltar es la mejora de la calidad de la evaluación. Mediante algoritmos de aprendizaje automático (Mousavinasab et al., 2018) es posible analizar grandes cantidades de datos para identificar patrones y tendencias en el rendimiento del grupo. Esto permite una evaluación más objetiva, brindando retroalimentación detallada y personalizada sobre el progreso individual de cada estudiante.

En los últimos años, nuevos procedimientos y herramientas de aprendizaje interactivo y adaptativo basados en inteligencia artificial están siendo integrados en los medios digitales convencionales (como plataformas de aprendizaje integrales donde se comparten contenidos, planificación y diferentes entornos colaborativos para las actividades de enseñanza-aprendizaje) (Zhai et al., 2021). Es posible disponer de diferentes herramientas basadas en inteligencia artificial y adaptadas a la educación, como son los asistentes virtuales, los sistemas de retroalimentación automática, las plataformas de análisis de datos o los sistemas de tutoría. Estas herramientas pueden, además de útiles para los estudiantes, facilitar las actividades de profesores y gestores universitarios. Concretamente, para la optimización de las actividades no lectivas, se están desarrollando sistemas de tutorización inteligentes o STI (Intelligent Tutoring System - ITS). Los STI son la evolución de los predecesores modelos de enseñanza asistida por computadora (Computer Assisted Instruction - CAI).

El uso de los STI se ha extendido rápidamente en las universidades a nivel internacional. Ejemplos como *ALEKS* de la Universidad de Illinois

(College of Liberal Arts and Sciences & Department of Mathematics, 2023), Smart Sparrow de la Universidad de Nueva Gales del Sur en Sydney (Dror Ben-Naim & University of New South Wales in Sydney, 2023), Open Learning Initiative de la Universidad de Carnegie Mellon (Carnegie Mellon University, 2022) y Open EdX de la Universidad de Harvard y el MIT (Universidad de Harvard & MIT, 2023) son algunos ejemplos. Existe un incremento en la aceptación por parte de los estudiantes desde el año 2019, periodo en el cual la educación superior ha experimentado transformaciones significativas debido a la pandemia de la COVID-19 (Cao et al., 2021). Es importante destacar que hay regiones donde el uso de estas tecnologías es una práctica frecuente, como Estados Unidos, donde el uso de estas herramientas ha experimentado un crecimiento del 47,5% entre los años 2017 y 2021 (Kuleto et al., 2021).

La principal diferencia entre estos sistemas y otras herramientas de IA, es que ofrecen una experiencia de aprendizaje personalizada y adaptativa para los estudiantes que les permite progresar a su propio ritmo, tanto en horas lectivas o como no lectivas, y obtener un mejor rendimiento académico. Mousavinasab et al. (Mousavinasab et al., 2018) analizan el uso de los STI en educación. Los campos más frecuentes son las ciencias de la computación (37%), ciencias de la salud (15%), matemáticas (15%), física (6%), inteligencia artificial (4%) y otras aplicaciones interdisciplinarias (23%). Aunque actualmente es una línea de investigación activa, existen diferentes ejemplos de STI en la literatura científica aplicados al aprendizaje de idiomas (Alhabbash et al., 2016; Aljameel et al., 2017; I. et al., 2016; Sh Bakeer & Abu-Naser, 2018), matemáticas (Abueloun & Naser, 2017; Lu et al., 2021), ingeniería (Albatish et al., 2018; Anderson et al., 2018; Butz et al., 2006; Hoppe et al., 2021; Marouf et al., 2018), ciencias de la salud (Bernard et al., 2021) o para el apoyo de estudiantes en diferentes competencias o con necesidades especiales (Ahuja et al., 2022; Dutt et al., 2022; Fang et al., 2022; Laine et al., 2022; Long & Alevan, 2013; Xu et al., 2019).

## 2. OBJETIVOS

Este trabajo analiza el objetivo de los Sistemas de Tutorización Inteligente, las estructuras de diseño más comunes, así como aplicaciones implementadas con éxito en diferentes contextos universitarios.

Con los resultados del análisis, se propone un conjunto de estrategias necesarias para su óptimo aprovechamiento en las enseñanzas técnicas de educación superior, así como el análisis de las oportunidades y retos futuros para su correcta implementación.

## 3. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EDUCACIÓN SUPERIOR

La inteligencia artificial, como la rama de la ingeniería encargada del desarrollar sistemas que imiten los procesos cognitivos del sistema humano en la realización de tareas, tiene actualmente múltiples aplicaciones en el ámbito educativo, desde la automatización de tareas administrativas hasta la personalización del aprendizaje y la evaluación. Desde los primeros desarrollos en la segunda década del siglo XX (Ahmad et al., 2021) llevados a cabo por Alan Turing, John McCarthy o el desarrollo de sistemas expertos, se destacan cinco periodos significativos donde la IA ha transformado los procesos de enseñanza-aprendizaje: década de 1970, con las investigaciones sobre sistemas de tutorización inteligente que comenzaron a adaptar los contenidos de las materias según las necesidades de los estudiantes (como por ejemplo, el ritmo de aprendizaje); década de 1980, donde se crean los primeros entornos de aprendizaje inteligentes con disponibilidad de recursos para facilitar el aprendizaje autónomo y cooperativo; década de 1990, con el desarrollo de las tecnologías aprendizaje automático y la minería de datos destinados a analizar grandes cantidades de datos educativos y extraer patrones útiles para mejorar el proceso de evaluación de los estudiantes; década 2000-2012, caracterizada por el auge de los entornos educativos interactivos y personalizados gracias a la web semántica y agentes inteligentes; y finalmente desde 2010 hasta la actualidad, donde el esfuerzo de investigación y desarrollo está siendo enfocado a la optimización de las tecnologías de procesamiento de lenguaje natural, reconocimiento de voz, la

independencia de la tecnología ante la actuación del sistema humano o el desarrollo de inteligencia emocional artificial.

Concretamente, los sistemas de tutorización inteligentes han experimentado un notable desarrollo y evolución (Guo et al., 2021). Su origen se establece en la década de 1960, con los primeros intentos de utilizar la tecnología para dar apoyo educativo personalizado. En sus inicios, estos sistemas se basaban en reglas predefinidas y no contaban con capacidades de aprendizaje automático. Con el desarrollo de la inteligencia artificial en términos de razonamiento y gracias al desarrollo del procesamiento del lenguaje natural, en la década de 1980 se potencian las capacidades de interacción de los STI. En la última década, se han explorado nuevas tecnologías y enfoques a través de la incorporación del reconocimiento de voz, realidad o métodos de gamificación. Los siguientes apartados analizan el diseño, el funcionamiento, así como las ventajas y retos futuros de estos sistemas.

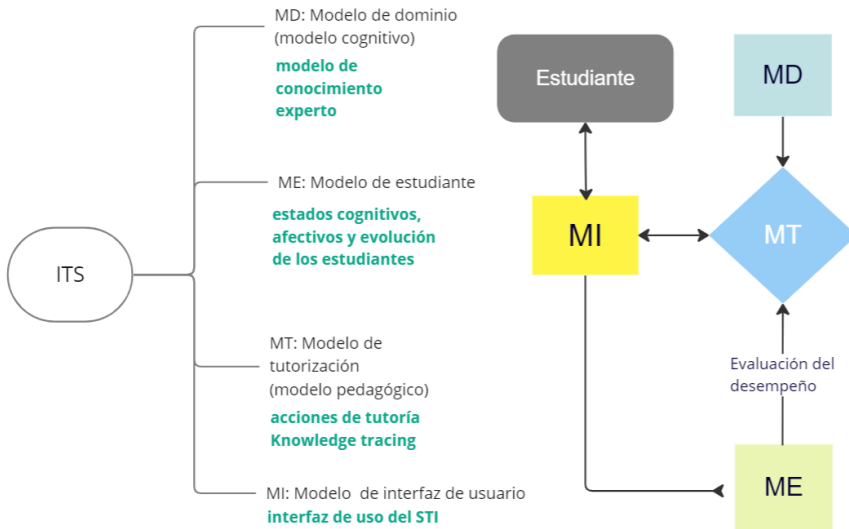
### 3.1. DISEÑO DE UN SISTEMA DE TUTORIZACIÓN INTELIGENTE

El diseño de un STI se realiza a través de una arquitectura de cuatro módulos (Ma et al., 2014), aunque existen otras tipologías de tres módulos o multiatente, con una implementación menos frecuente (Erümit & Çetin, 2020; Kintsch et al., 2014; Mousavinasab et al., 2018).

La figura 1 representa la arquitectura de cuatro módulos, recogiendo las propiedades y la interacción de elementos que componen cada uno.

El módulo de dominio (también denominado cognitivo o de experto) incluye los contenidos de la asignatura (conceptos, procedimientos, estrategias de resolución de problemas o actitudes), estrategias de aprendizaje, casos y ejercicios resueltos. La base de datos de este módulo contiene estándares, reglas de diseño y restricciones ligadas a la adquisición de las competencias y el alcance de objetivos de la materia. Puede incluir la extracción de conocimiento de bases de datos, libros, revistas, artículos, e incluso la retroalimentación de los usuarios (Padayachee, 2002). Las posibles teorías más utilizadas para su desarrollo son ACT-R (Control Adaptativo del Pensamiento—Racional) y CBD (Constraint-Based Modelling).

**FIGURA 1.** Estructura de un sistema de tutorización inteligente



Fuente: Elaboración propia

El módulo de estudiante, también denominado de diagnóstico, es el espacio personal donde se incluyen datos de reconocimiento del estudiante (identificación) y los materiales adaptados, así como la recopilación de los accesos al sistema y la información sobre el desempeño o progreso (es decir, la evaluación del aprendizaje). De forma específica, incluye el nivel de conocimiento, actividades y respuestas realizadas, comportamiento, estilos de aprendizaje, carencias y otra información importante del proceso de aprendizaje.

El módulo de tutorización, también denominado instructor o pedagógico colecciona información a través del módulo de estudiante y la contrasta con la de dominio, con el objetivo de evaluar el proceso de aprendizaje. Así mismo, establece el avance en las lecciones según el nivel adquirido por el estudiante. Detecta problemas y resultados no adecuados y desarrolla estrategias y métodos de enseñanza para solucionar sus dificultades; con esta información se indican recomendaciones y presentan contenidos adaptados.



Por último, el módulo de interfaz permite llevar a cabo la comunicación entre los usuarios y el propio STI. Integra la interfaz del entrenador, donde el administrador (es decir, el profesorado) agrega recursos didácticos (como lecciones, ejemplos, ejercicios, modificación y eliminación de material docente), gestiona cuentas de usuarios (estudiantes) y configura el sistema; y la interfaz del estudiante, donde estos realizan las tareas asignadas (estudio y revisión de las lecciones, análisis de ejemplos y resolución de los ejercicios propuestos).

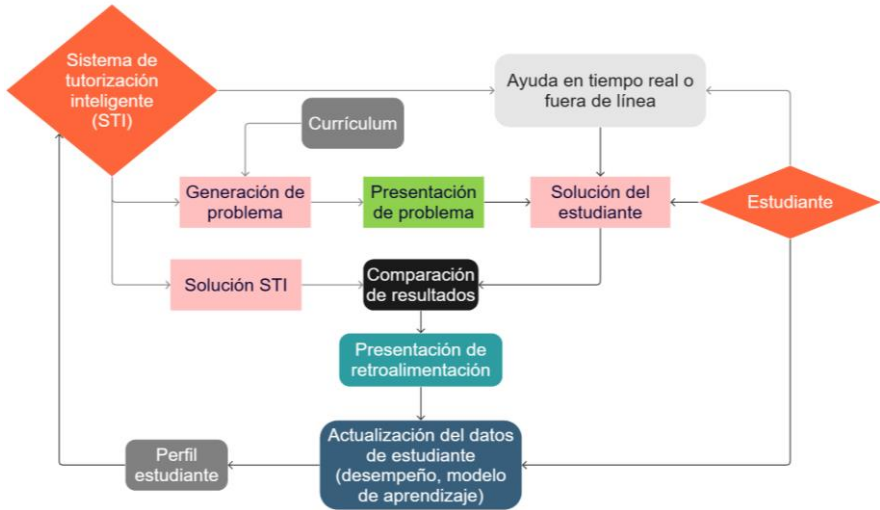
### 3.2. SECUENCIA DE ACTIVIDADES DE UN SISTEMA DE TUTORIZACIÓN INTELIGENTE

Los STI utilizan algoritmos para personalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las etapas de funcionamiento quedan representadas en la figura 2.

De forma iterativa el flujo de procesos del sistema puede resumirse en:

1. El sistema recopila información sobre el estudiante, como su historial académico, habilidades y preferencias de aprendizaje, para diseñar un plan de estudios personalizado y recomendaciones de estudio.
2. Para presentar este plan de estudios, utiliza diferentes métodos de enseñanza, como juegos interactivos, simulaciones, videos, cuestionarios y retroalimentación en tiempo real. Esto permite involucrar al estudiante y mejorar su aprendizaje.
3. El estudiante interactúa con el sistema y realiza el estudio y práctica de los contenidos. En este proceso, el STI puede ofrecer ayuda en línea o fuera de línea para apoyar en las necesidades, dificultades y dudas.
4. Finalizadas las actividades relativas al estudio, los resultados del estudiante son comparados con las soluciones almacenadas en el STI. A través del análisis masivo de datos y uso de aprendizaje automático, el sistema evalúa el progreso del estudiante y ajusta el plan de estudios y las recomendaciones de estudio.

**FIGURA 2.** Procesos de actividad de un sistema de tutorización inteligente



Fuente: Elaboración propia

Con este proceso, el sistema de tutorización inteligente puede proporcionar un enfoque de enseñanza y aprendizaje personalizado y adaptativo para cada estudiante, estrategia ligada a la mejora significativa de los resultados.

### 3.3. OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS DE LA INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA DE TUTORIZACIÓN INTELIGENTE

Es importante resaltar la importancia de la inteligencia artificial en los entornos universitarios. Estas herramientas aportan una experiencia educativa personalizada y adaptativa para los estudiantes, pudiendo ser más independientes en sus actividades (Guo et al., 2021; Mousavinasab et al., 2018; Selwyn, 2019). Así mismo, proporcionan asistencia a los profesores, facilitando las tareas de elaboración de material y tutorización. Los beneficios más importantes se resumen a continuación:

1. La personalización del aprendizaje para cada estudiante en función de sus fortalezas, debilidades y estilo de aprendizaje. Esto repercute en un aprendizaje más efectivo y puede mejorar la retención de conocimientos.

2. Una retroalimentación inmediata, lo que permite a los estudiantes identificar y corregir errores, mejorando la comprensión del material de estudio.
3. Flexibilidad para adaptarse a niveles de conocimiento y ofrecer diferentes rutas de aprendizaje o planes de estudio en función de los objetivos y necesidades del estudiante.
4. Escalabilidad o adaptación sencilla a grandes grupos de estudiantes, ventaja para su uso en cursos en línea y en aulas con ratios elevados. estudiantes.
5. En cuanto al profesorado, reducción de la dedicación de tiempo, al automatizar tareas como la evaluación y la tutorización. Además, con el STI obtienen información de desempeño de los estudiantes más completa, al generarse numerosas valoraciones continuas del rendimiento de todo el grupo. Disponer de este tipo de datos durante todo el periodo lectivo mejora la calidad del seguimiento, en comparación en los enfoques tradicionales donde los resultados del progreso del grupo se obtienen exclusivamente en pruebas objetivas (como exámenes, resultados de proyectos o actividades).

#### 4. RESULTADOS

A pesar de los diferentes beneficios que la IA puede proporcionar en la educación universitaria, es esencial tener en cuenta que también existen riesgos potenciales y consideraciones éticas que deben tenerse en cuenta. Es importante abordar los retos futuros de la IA para solventar dos grupos de riesgos: (1) los derivados del diseño y desarrollo de la propia tecnología, y (2) los derivados del proceso didáctico.

En primer lugar, derivados del diseño tecnológico, un sistema de tutorización inteligente presenta limitaciones en la personalización. Aunque tienen cierta capacidad de personalización del aprendizaje para cada estudiante, a menudo tienen limitaciones en cuanto a la disponibilidad de un número suficiente de datos y en cuanto a la complejidad del análisis que pueden abordar. Esta circunstancia puede condicionar la correcta

adaptación de los materiales y recursos generados a las necesidades de cada estudiante. También pueden incurrir en sesgos algorítmicos; es decir, pueden estar sesgados debido a la calidad de los datos de entrenamiento o la configuración del algoritmo, llevando a evaluaciones injustas o a recomendaciones erróneas, lo que puede afectar a la calidad de la educación. Por otro lado, uno de los principales problemas que podría derivarse de una mala gestión del STI es la privacidad de los datos. Es importante garantizar que se cumplan las leyes y regulaciones de privacidad de datos y que se proteja adecuadamente la información personal de los estudiantes; si no es así, pueden sobrevenir fugas de datos, uso indebido o con fines malintencionados, así como ciberataques. Es importante que las universidades y los proveedores de sistemas de tutorización inteligente tomen medidas para garantizar la seguridad y privacidad de los datos de estudiantes y profesorado. Esto puede implicar la implementación de medidas de seguridad y privacidad sólidas, la capacitación del personal y la sensibilización de los estudiantes sobre los riesgos y beneficios de estos sistemas. Por último, otro de los retos importantes a abordar en la próxima década es la elevada inversión en recursos ligada a la complejidad de desarrollo. La implementación de sistemas de tutoría inteligente es uno de los principales obstáculos actuales para muchas universidades; se requieren grandes inversiones en infraestructura y personal capacitado para utilizar y mantener estos sistemas.

En segundo lugar, es necesario abordar los retos derivados del proceso didáctico. Los riesgos más importantes están relacionados con la falta de flexibilidad y la adaptación de la tecnología al desarrollo de ciertas habilidades.

La dependencia de la tecnología para ciertos aprendizajes puede provocar que los estudiantes no desarrollen habilidades manuales y prácticas necesarias para su trabajo. Por ejemplo, la utilización de simulaciones en línea podría provocar una frágil adquisición de las habilidades prácticas necesarias para realizar la tarea en el contexto real. Así mismo, este tipo de tecnologías son buenas para evaluar habilidades técnicas y conocimientos concretos, pero tienen dificultades para valorar las habilidades blandas, socioemocionales y de comportamiento, como la comunicación, la resolución de conflictos o el trabajo en equipo; esta situación

viene derivada de la complejidad de cuantificar objetivamente el alcance de estas competencias, así como ser influenciadas por factores contextuales y personales de los estudiantes.

Por último, la forma de abordar la interacción humana se identifica como uno de los principales problemas de los STI. Las deficiencias en habilidades interpersonales que actualmente tienen las herramientas de aprendizaje automatizadas pueden limitar la interacción entre el grupo-aula, y entre los estudiantes y los profesores; sin la interacción humana con el profesor o con otros compañeros, los estudiantes pueden sentirse desmotivados y desconectados de la materia (Taub et al., 2021). Esta circunstancia tiene un impacto negativo sobre el aprendizaje y el desarrollo social. Hay que destacar que la retroalimentación directa, el diálogo y la discusión con el tutor son altamente útiles en el proceso de aprendizaje, al ofrecer una perspectiva única y adaptada a las necesidades individuales del estudiante. Hasta el momento, los STI no pueden abordar en su totalidad una interacción adecuada; la falta de empatía o un reconocimiento emocional débil, les impide reconocer emociones como la frustración, miedo al fracaso, miedo al rechazo o ansiedad generada ante una tarea erróneamente realizada; no reconocer este tipo de emociones imposibilita la recomendación de soluciones y apoyo ante una mala comprensión de un contenido por motivos diferentes a la realización correcta o incorrecta de una actividad. Tampoco pueden establecer una relación personal con los estudiantes, un factor relevante para la motivación extrínseca y el éxito en la materia. En este contexto, es importante que los STI se complementen con otros métodos de análisis, como la observación en situaciones de trabajo en equipo o la retroalimentación de los compañeros, para obtener una evaluación más completa de las habilidades blandas. Algunas soluciones (actualmente en desarrollo) incluyen inteligencia emocional y la posibilidad de interactuar con el profesorado o con otros estudiantes para recrear un contexto de aula o comunidad, como apoyo emocional adicional. Existen herramientas que intentan simular esta interacción dentro del ITS (como los chatbots u otras de comunicación personalizada), pero actualmente tienen funciones limitadas y no pueden sustituir completamente la interacción humana.

## 5. DISCUSIÓN

Como se ha analizado a lo largo del trabajo, los sistemas de tutorización inteligente representan una prometedora herramienta que ofrece oportunidades para personalizar el aprendizaje, acceder a recursos educativos diversos, mejorar la calidad de los sistemas de evaluación y promover el aprendizaje colaborativo. Si se implementan de manera efectiva, estos sistemas pueden transformar la educación, empoderar a los estudiantes y mejorar los resultados educativos. Sin embargo, es importante abordar los desafíos éticos y prácticos asociados con el uso de los STI para garantizar su aprovechamiento efectivo, igualitario y ético (Selwyn, 2019).

Existen diferentes líneas de investigación futuras que actualmente están siendo exploradas para mejorar los sistemas de tutorización inteligente:

- Integración de sistemas de reconocimiento de emociones y lenguaje natural.
- Desarrollo de sistemas adaptativos, modelos de aprendizaje no supervisado y aprendizaje profundo.
- Análisis de datos para mejorar la retroalimentación.
- Uso de tecnologías emergentes como la realidad virtual y aumentada.
- Desarrollo de sistemas de tutorización que puedan enfrentarse al reconocimiento de habilidades blandas.
- Desarrollo de modelos para evaluación de la eficacia del sistema de tutorización inteligente, más allá del desempeño del estudiante.
- Ética y privacidad.
- Diseño e implementación flexible y adaptada a diferentes ámbitos de conocimiento con la mejora de herramientas de autor (actualmente escasas).

De todas ellas, hay que destacar el desarrollo de herramientas de autor (Dermeval et al., 2018). Para desarrollar un sistema de tutorización

inteligente se requieren conocimientos en programación, inteligencia artificial y didáctica. Esto puede ser un desafío para el profesorado sin conocimientos previos en estas áreas. Para solventar este inconveniente, existen herramientas de autor que permiten la creación de un STI sin la necesidad de llevar a cabo actividades de programación (Dermeval et al., 2018). Consisten en aplicaciones software que permiten crear contenidos de forma intuitiva, sin necesidad de conocimientos de programación o diseño. Estas herramientas proporcionan una interfaz gráfica y una serie de componentes predefinidos que se pueden seleccionar y utilizar para construir el sistema; suelen estar compuestas por elementos como procesadores de contenido multimedia, herramientas de edición de contenido, herramientas de animación y programación, entre otros. De esta manera, cualquier usuario con conocimientos básicos de diseño instruccional y de los conceptos pedagógicos subyacentes a los sistemas de tutoría inteligentes puede crear y personalizar este recurso. El alcance de las herramientas de autor depende del tipo de dominio y de los objetivos de aprendizaje de la materia. Desde las más sencillas, que permiten desarrollar materiales didácticos basados en diapositivas con cuestionarios de auto-evaluación y seguimiento, tareas y proyectos, hasta las más completas que facilitan la personalización del contenido y la monitorización del progreso del estudiante en tiempo real. Así mismo, suelen estar diseñadas para integrarse fácilmente con otras plataformas de aprendizaje. En general, son útiles para la actualización de los contenidos, al permitir modificarlos fácilmente y compartirlos con otros docentes.

Aunque estas herramientas han avanzado significativamente en los últimos años, el desarrollo de sistemas eficaces y de calidad, que garanticen una accesibilidad igualitaria y la efectividad del aprendizaje, definen una de las líneas de investigación principales para la comunidad científica. Esta línea de trabajo está siendo abordada a través del desarrollo y refinamiento de los algoritmos de aprendizaje automático, junto con la optimización de la recopilación de datos y análisis de estos. Así mismo, la optimización de la usabilidad, la posibilidad de integración en la mayoría de las plataformas educativas existentes, la precisión de la retroalimentación en la interacción con el estudiante, o el análisis y establecimiento de cuestiones éticas y de privacidad, son algunos de los retos

fundamentales ligados al avance de las herramientas de autor de IA en contextos educativos.

Es importante abordar los retos y preocupaciones asociados con la implementación de la inteligencia artificial en las universidades. En primer lugar, la inversión y la infraestructura necesaria, actualmente ligada a notables recursos de hardware, software y personal capacitado, junto con los costos de mantenimiento y actualización a largo plazo. En segundo lugar, los aspectos éticos y de privacidad de los datos de los estudiantes y la necesidad de garantizar la transparencia de los algoritmos utilizados. En tercer lugar, la capacitación y actualización constante del personal docente y administrativo para aprovechar las ventajas de estas tecnologías. A medida que la IA se integre en las aulas, se requerirán nuevas habilidades y conocimientos que permitan al profesorado integrarlas en sus proyectos docentes de manera efectiva.

## 6. CONCLUSIONES

La inteligencia artificial ha demostrado ser una herramienta útil en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Permite adaptar los contenidos y las metodologías educativas a las necesidades individuales del grupo-aula. Las nuevas tecnologías inteligentes aportan una experiencia educativa interactiva y avanzada para los estudiantes, pudiendo ser más autónomos en el aprendizaje. Así mismo, proporcionan asistencia al profesorado, facilitando las tareas de elaboración de material y tutorización. Su integración en los recursos didácticos convencionales flexibiliza el proceso de enseñanza-aprendizaje, adaptándolo de forma universal e inclusiva al conjunto de necesidades del profesorado y estudiantado universitario. Concretamente, los denominados sistemas de tutorización inteligente guían en el proceso de aprendizaje, proporcionando instrucciones claras para la resolución de problemas, estableciendo procesos estructurados de estudio y generando contenidos personalizados según el desempeño; también aportan una retroalimentación en tiempo real (medida en aciertos y errores), ajustando la complejidad o dificultad de los contenidos según el nivel de conocimiento y generando aproximaciones sucesivas de las competencias a adquirir. Finalmente, recopilan información detallada sobre el



desempeño del estudiante en tiempo real, facilitando al profesorado el establecimiento de modificaciones de contenidos, tareas, métodos o actividades de evaluación según el avance del grupo-aula. Sin embargo, la sociedad se enfrenta en la próxima década a un conjunto de desafíos éticos, sociales y pedagógicos: concretar el alcance y evaluar las consecuencias ligadas al uso masivo de las herramientas de IA en el proceso de enseñanza para asegurar un correcto avance social y un aprendizaje efectivo.

## 7. REFERENCIAS

- Abueloun, N. N., & Naser, A. (2017). Mathematics intelligent tutoring system. *International Journal of Advanced Scientific Research*, 2, 11–16.
- Ahmad, S. F., Rahmat, M. K., Mubarik, M. S., Alam, M. M., & Hyder, S. I. (2021). Artificial Intelligence and Its Role in Education. *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 12902, 13(22), 12902. <https://doi.org/10.3390/SU132212902>
- Ahuja, N. J., Dutt, S., Choudhary, S. Iohmor, & Kumar, M. (2022). “Intelligent Tutoring System in Education for Disabled Learners Using Human–Computer Interaction and Augmented Reality.” <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2124359>
- Albatish, I., Mosa, M. J., & Abu-Naser, S. S. (2018). ARDUINO Tutor: An Intelligent Tutoring System for Training on ARDUINO. <http://dspace.alazhar.edu.ps/xmlui/handle/123456789/223>
- Alhabbash, M. I., Mahdi, A. O., Abu Naser, S. S., & Abu, S. S. (2016). An Intelligent Tutoring System for Teaching Grammar English Tenses.
- Aljameel, S. S., O’Shea, J. D., Crockett, K. A., Latham, A., & Kaleem, M. (2017). Development of an Arabic Conversational Intelligent Tutoring System for Education of children with ASD. 2017 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications, CIVEMSA 2017 - Proceedings, 24–29. <https://doi.org/10.1109/CIVEMSA.2017.7995296>
- Anderson, J. R., Corbett, A. T., Koedinger, K. R., & Pelletier, R. (2018). An Intelligent Tutoring System for Learning Android Applications UI Development. *Journal of the Learning Sciences*, 4(2), 167–207. [https://doi.org/10.1207/S15327809JLS0402\\_2](https://doi.org/10.1207/S15327809JLS0402_2)
- Bernard, J., Wainman, B., Walker, L., Pitt, C., Bayer, I., Mitchell, J., Bak, A., Saraco, A., & Sonnadara, R. (2021). Grading OSPE Questions with Decision Learning Trees: A First Step Towards an Intelligent Tutoring System for Anatomical Education. Proceedings of the AAAI 2021 Fall Symposium on Human Partnership with Medical AI: Design, Operationalization, and Ethics (AAAI-HUMAN 2021).

- Butz, B. P., Duarte, M., & Miller, S. M. (2006). An intelligent tutoring system for circuit analysis. *IEEE Transactions on Education*, 49(2), 216–223. <https://doi.org/10.1109/TE.2006.872407>
- Cao, J., Yang, T., Lai, I. K. W., & Wu, J. (2021). Student acceptance of intelligent tutoring systems during COVID-19: The effect of political influence. *International Journal of Electrical Engineering Education*. <https://doi.org/10.1177/00207209211003270>
- Carnegie Mellon University. (2022). OLI – Transforming higher education through the science of learning. <https://oli.cmu.edu/>
- College of Liberal Arts and Sciences, & Department of Mathematics. (2023). ALEKS PPL . ALEKS PPL Mathematics Assessment Exam. <https://math.illinois.edu/academics/undergraduate-program/aleks-ppl-mathematics-assessment-exam>
- Dermeval, D., Paiva, R., Bittencourt, I. I., Vassileva, J., & Borges, D. (2018). Authoring Tools for Designing Intelligent Tutoring Systems: a Systematic Review of the Literature. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 28(3), 336–384. DOI: 0.1007/S40593-017-0157-9
- Dror Ben-Naim, & University of New South Wales in Sydney. (2023). Smart Sparrow. Smart Sparrow. <https://www.smartsparrow.com/about/>
- Dutt, S., Ahuja, N. J., & Kumar, M. (2022). An intelligent tutoring system architecture based on fuzzy neural network (FNN) for special education of learning disabled learners. *Education and Information Technologies*, 27(2), 2613–2633. <https://doi.org/10.1007/S10639-021-10713>
- Erümit, A. K., & Çetin, İ. (2020). Design framework of adaptive intelligent tutoring systems. *Education and Information Technologies*, 25(5), 4477–4500. <https://doi.org/10.1007/S10639-020-10182-8>
- Fang, Y., Lippert, A., Cai, Z., Chen, S., Frijters, J. C., Greenberg, D., & Graesser, A. C. (2022). Patterns of Adults with Low Literacy Skills Interacting with an Intelligent Tutoring System. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(2), 297–322. <https://doi.org/10.1007/S40593-021-00266-Y>
- Guo, L., Wang, D., Gu, F., Li, Y., Wang, Y., & Zhou, R. (2021). Evolution and trends in intelligent tutoring systems research: a multidisciplinary and scientometric view. *Asia Pacific Education Review*, 22(3), 441–461. <https://doi.org/10.1007/S12564-021-09697-7>
- Hoppe, L. V., Gembariski, P. C., & Lachmayer, R. (2021). Intelligent tutoring system as a tool of formative assessment in design education. DS 110: Proceedings of the 23rd International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE 2021), VIA Design, VIA University in Herning, Denmark. 9th -10th September 2021. <https://doi.org/10.35199/EPDE.2021.40>

- I., Alhabbash. M., MAHDI, A. O., & Abu-Naser, S. S. (2016). An Intelligent Tutoring System for Teaching Grammar English Tenses. <http://dspace.alazhar.edu.ps/xmlui/handle/123456789/410>
- Kintsch, W., Miller, J. R., & Polson, P. G. (2014). *Method and tactics in cognitive science*. Psychology Press.
- Kuleto, V., Ilić, M., Dumangiu, M., Ranković, M., Martins, O. M. D., Păun, D., & Mihoreanu, L. (2021). Exploring Opportunities and Challenges of Artificial Intelligence and Machine Learning in Higher Education Institutions. *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 10424, 13(18), 10424. <https://doi.org/10.3390/SU131810424>
- Laine, J., Lindqvist, T., Korhonen, T., & Hakkarainen, K. (2022). Systematic Review of Intelligent Tutoring Systems for Hard Skills Training in Virtual Reality Environments. *International Journal of Technology in Education and Science*, 6(2), 178–203. <https://doi.org/10.46328/IJTES.348>
- Long, Y., & Aleven, V. (2013). Active learners: Redesigning an intelligent tutoring system to support self-regulated learning. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 8095 LNCS, 490–495. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-40814-4\\_44](https://doi.org/10.1007/978-3-642-40814-4_44)
- Lu, Y., Pian, Y., Chen, P., Meng, Q., & Cao, Y. (2021). RadarMath: An Intelligent Tutoring System for Math Education. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 35(18), 16087–16090. <https://doi.org/10.1609/AAAI.V35I18.18020>
- Ma, W., Olusola O, Nesbit, J. C., & Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 901–918. <https://doi.org/10.1037/A0037123>
- Marouf, A., Yousef, M. K. A., Mukhaimer, M. N., & Abu-Naser, S. S. (2018). An Intelligent Tutoring System for Learning Introduction to Computer Science. *International Journal of Academic Multidisciplinary Research*, 2(2), 1–8
- Mousavinasab, E., Zarifsanaiy, N., R. Niakan Kalhori, S., Rakhshan, M., Keikha, L., & Ghazi Saeedi, M. (2018). Intelligent tutoring systems: a systematic review of characteristics, applications, and evaluation methods, *Interactive Learning Environments*, 29(1), 142–163. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1558257>
- Padayachee, I. (2002). Intelligent Tutoring Systems: Architecture and Characteristics. *Proceedings of the 32nd Annual SACLA Conference*, 1–8.
- Phobun, P., & Vicheanpanya, J. (2010). Adaptive intelligent tutoring systems for e-learning systems. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4064–4069. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2010.03.641>
- Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. John Wiley & Sons.

- Sh Bakeer, H. M., & Abu-Naser, S. S. (2018). An Intelligent Tutoring System for Learning TOEFL. *International Journal of Academic Pedagogical Research*, 2, 9–15.
- Taub, M., Azevedo, R., Rajendran, R., Cloude, E. B., Biswas, G., & Price, M. J. (2021). How are students' emotions related to the accuracy of cognitive and metacognitive processes during learning with an intelligent tutoring system? *Learning and Instruction*, 72, 101200. <https://doi.org/10.1016/J.LEARNINSTRUC.2019.04.001>
- Universidad de Harvard, & MIT. (2023). Open edX. <https://openedx.org/es/>
- Xu, Z., Wijekumar, K., Ramirez, G., Hu, X., & Irey, R. (2019). The effectiveness of intelligent tutoring systems on K-12 students' reading comprehension: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3119–3137. <https://doi.org/10.1111/BJET.12758>
- Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, M., Liu, J. B., Yuan, J., & Li, Y. (2021). A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education from 2010 to 2020. *Complexity*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8812542>

# EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA MEJORA DE LA LECTURA CRÍTICA DE PROGRAMAS

---

MARÍA INMACULADA SANTAMARÍA VALENZUELA  
*Universidad Politécnica de Madrid*

AUREA ANGUERA DE SOJO HERNÁNDEZ  
*Universidad Politécnica de Madrid*

ÁNGEL PANIZO LLEDOT  
*Universidad Politécnica de Madrid*

JAVIER HUERTAS TATO  
*Universidad Politécnica de Madrid*

## 1. INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) se encuentran plenamente integradas en la esencia de la sociedad actual. Su base es la comunicación entre personas, entre máquinas y su interacción. En los últimos años han surgido nuevas herramientas de Inteligencia Artificial (IA) cada vez más capaces de establecer un acercamiento del lenguaje humano a las máquinas: las herramientas de texto a contenido. De hecho, a partir de las ofertas en los principales portales de búsqueda de trabajo, podemos observar que el uso de la IA es una de las competencias base para puestos de Analista de Datos.

Entre las herramientas mencionadas encontramos Stable Diffusion (Stability AI, 2022) para la fotografía, MusicLM para la creación de música a partir de texto (Andrea Agostinelli, 2022). Otra herramienta que ha ganado popularidad recientemente es ChatGPT, ya sea como robot conversacional o para el desarrollo de código con su documentación asociada (OpenAI, 2023).

El desarrollo de este tipo de herramientas permite a los programadores y otros usuarios mejorar su eficacia. Aunque estas herramientas presentan unos resultados prometedores y su uso está ya muy expandido, intrínsecamente cometen errores; son propensas a fracasar en aritmética básica, citar fuentes existentes y otras tareas sencillas. En consecuencia, es esencial un análisis crítico de las respuestas aportadas por las herramientas y aprender a realizar las consultas para obtener los resultados deseados.

Para el alumnado estas herramientas son útiles por lo que resulta interesante la inclusión de las mismas en la realidad docente. De este modo, al enseñar al estudiantado al correcto uso de la IA, estaremos propiciando tanto el desarrollo de sus competencias como su inclusión en la sociedad actual. Entre las competencias que se incentivan se mantienen las clásicas de comprensión lectora y expresión escrita de programas y se hace un mayor hincapié en la capacidad de análisis y síntesis al añadirse una capa de comunicación literal con la IA.

Con el fin de incluir la Inteligencia Artificial en cursos básicos de programación, se propone el uso del editor *Visual Studio Code* (Microsoft, 2015), con la extensión *Github Copilot* (Microsoft, 30) para el desarrollo de código y *ai-auto-documentation* (GustavoMercado, 2023) o *Readable – AI Generated comments* (Readable SO, 2022) para la documentación automática para programas en Python o Java. A continuación, se pide analizar las respuestas propuestas por las Inteligencias Artificiales, evaluarlo por pares y dar forma final al ejercicio con una versión que integre las ventajas de todas las soluciones. De esta manera, se promueven las competencias mencionadas anteriormente, aprendiendo a leer de manera crítica códigos de programación y su documentación asociada.

Los próximos apartados del artículo se estructuran como sigue. 2. Objetivos: describe el objetivo principal de la dinámica, 3. Metodología: descripción detallada de la dinámica, así como de las herramientas utilizadas. 4. Resultados esperados/Conclusiones: competencias que se espera promover con el desarrollo de la práctica.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es el diseño y análisis de actividades que utilicen los modelos actuales de Inteligencia Artificial como herramienta auxiliar para la programación informática.

De este modo, se promueve la consecución del objetivo principal del Grado en Ingeniería de Sistemas de Información de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos (ETSISI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). El objetivo general de dicho Título Universitario es formar profesionales capaces de utilizar un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable para el desarrollo, operación y mantenimiento del software y de establecer y utilizar principios sólidos de ingeniería para obtener software fiable que funcione eficientemente en máquinas reales, así como de estimar los costes de los desarrollos (Universidad Politécnica de Madrid, 2022). Con la dinámica que se describe a continuación se propone una metodología sistemática para el desarrollo de software.

Se promueve de manera especial el objetivo OB8: “Conocimiento de las materias básicas y tecnológicas, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a las nuevas situaciones”. Además, se promueven los objetivos el desarrollo de sistemas y aplicaciones de acuerdo a los conocimientos adquiridos (OB5 y OB6).

Principalmente, se promueven cinco competencias transversales:

- ***Análisis y síntesis (CT1)***. Al necesitar comunicarse con las herramientas de IA de forma clara y concisa necesita sintetizar correctamente el enunciado propuesto, analizando cuáles son los objetivos concretos y las diferentes partes que se necesitan.
- ***Resolución de problemas (CT2)***. Al tener que resolver un programa pequeño y analizar correctamente todas sus partes.
- ***Comunicación escrita (CT4)***, que se puede dividir en dos partes. Primeramente, comprensión lectora: para aprender a programar es esencial entender los problemas a los que nos

enfrentamos; ser capaces de leer trozos de código ajenos para aprender nuevas técnicas; y comprender los comentarios ajenos para comprender programas más extensos. En segundo lugar, expresión escrita: debemos ser capaces de escribir código legible y que responda correctamente al problema que nos enfrentamos, así como comentarios que aclaren el funcionamiento del programa en el caso de que sea necesario. También es esencial para la comunicación con las herramientas de Inteligencia Artificial, ya que necesitan una alta precisión para la consecución de la solución buscada.

- ***Aprendizaje autónomo (CT7)*** o Aprender a Aprender. Se les pone delante de las herramientas para su aplicación, forzándoles a tratar de sacar la información que necesitan sin unas instrucciones concisas previas. Esto lleva al estudiantado al desarrollo de la habilidad de aprender a utilizar las herramientas nuevas de una manera autónoma.
- ***Uso de las TIC (CT12)***. Dado que cada vez salen más herramientas de IA con diferentes fines, para poder utilizarlas a nuestro favor, necesitamos aprender a utilizarlas. En esta actividad se propone el uso de la IA más conocida (*ChatGPT*) como herramienta para la programación.

Además, es importante tener en cuenta que estamos tratando de enseñar un lenguaje. Para ello es esencial que se practique la comunicación entre los alumnos y las herramientas de IA, usando este lenguaje específico para transmitirse información (Gómez, 2020). Es esencial la interacción con las herramientas de Inteligencia Artificial, con la que es necesario comunicarse de forma efectiva para obtener las soluciones deseadas.

En conclusión, buscamos diseñar una propuesta de dinámica para los cursos iniciales de programación que permita incentivar el desarrollo de dichas competencias para aprender a integrar la IA como una herramienta en el proceso de programar con un uso crítico de las mismas.



Así, se promueven capacidades transversales a la programación en cualquier lenguaje que incluyen las herramientas modernas como una ayuda para aprender y ser más eficiente.

### 3. METODOLOGÍA

Partimos de una metodología basada en la implementación manual por parte del alumno que, posteriormente corregirá el profesor. Sin embargo, son sabidas las ventajas del aprendizaje entre iguales. Una forma de propiciar la comunicación horizontal es mediante la evaluación por pares por parte del alumnado, siendo esencial la comunicación entre alumnos por medio de comentarios más que una evaluación calificada.

Además, necesitamos incluir la Inteligencia Artificial de un modo que permita al alumno aprender a interactuar de la manera adecuada, definiéndose los pasos de tal manera que el alumno ya tenga el conocimiento de lo que la IA debe generar antes de que ésta se lo proporcione. En caso contrario, no podría ser capaz de realizar la lectura crítica del programa al recibirlo. En los apartados siguientes, se describe una propuesta de dinámica que incluye todas las características descritas.

#### 3.1. HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL DESARROLLO DE LA DINÁMICA

En este apartado se introducen las herramientas propuestas para el desarrollo de la dinámica.

Se propone el editor de código fuente *Visual Studio Code* al tratarse de un programa disponible para los tres sistemas operativos más utilizados (Windows, macOS y Linux) y proveer de extensiones para la correcta compilación y ejecución de código en diferentes lenguajes, entre los que se encuentran Java, Python y C. De esta manera, todos los alumnos podrán utilizar el mismo editor de código para la realización de la actividad y hacerse con un entorno que podrán utilizar en diferentes ocasiones.

Para la generación de códigos, se proponen dos herramientas:

- ChatGPT-4 (OpenAI, 2023). Un modelo multimodal que acepta inputs en imagen y texto para generar texto. En nuestro caso, utilizaremos únicamente inputs de texto. Entre sus capacidades, encontramos la generación de código a partir de un enunciado, aceptando restricciones tanto antes de la primera generación como después en caso de no estar del todo de acuerdo con la propuesta. Esta flexibilidad hace que sea una herramienta útil
- GithubCopilot (<https://github.com/features/copilot>). Se trata de un asistente comercial a la generación de código capaz de generar código con una interfaz cómoda y sencilla para el desarrollador. Desde el punto de vista profesional, se trata de una herramienta ideal para la reducción del tiempo de desarrollo, consulta de manuales y la simplificación de la refactorización de fragmentos de código. Para alguien suficientemente formado, *Copilot* sugiere código útil. Para un estudiante, puede suponer que *Copilot* genere la solución de los ejercicios sin su correcto entendimiento (Martín, Huertas-Tato, Torregrosa, & Camacho, 2022). Es por ello, que en esta práctica se hace especial hincapié en la revisión del código de *Copilot* y de los compañeros para asegurar la comprensión.

#### Generación de comentarios:

- *Ai-auto-documentation* (GustavoMercado, 2023). Es una herramienta básica para comentar código de manera automática. Puede ir bien con funciones sencillas, pero hay veces que le cuesta acertar, sobre todo si el nombre de la función no es suficientemente explícito.
- *Readable-AI Generated Comments*. Sirve para más lenguajes que *Ai-auto-documentation* y permite comentarios de líneas sueltas.

### 3.2. EJEMPLO DE USO DE *CHATGPT* PARA LA GENERACIÓN DE CÓDIGO

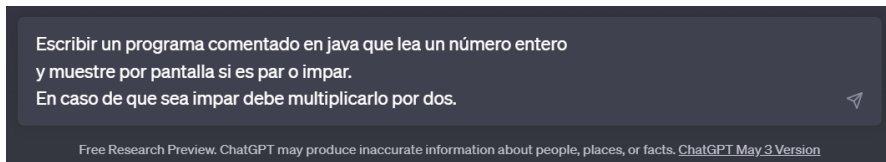
Como se describe en la introducción, es muy sencillo generar el código a partir de un enunciado básico utilizando la Inteligencia Artificial. Veamos un ejemplo con *chatGPT*.

Enunciado:

“Escribir un programa comentado en java que lea un número entero y muestre por pantalla si es par o impar. En caso de que sea impar debe multiplicarlo por dos.”

Los pasos a seguir son:

1. Iniciar sesión en *ChatGPT* (OpenAI, s.f.) y crear un chat nuevo.
2. Copiar el enunciado en el chat y dar a enviar.



3. Observamos que genera el código como si lo escribiera a mano



Aquí te dejo el programa en Java que cumple con las especificaciones que has dado. He incluido comentarios en el código para explicar lo que hace cada línea:



```
java Copy code  
  
import java.util.Scanner; // Importamos la clase Scanner para leer la entrada  
  
public class ParImpar {  
  
    public static void main(String[] args) {  
  
        // Creamos un objeto Scanner para leer la entrada del usuario  
        Scanner entrada = new Scanner(System.in);  
  
        // Pedimos al usuario que introduzca un número entero  
        System.out.print("Introduce un número entero: ");  
        int num = entrada.nextInt();  
  
        // Comprobamos si el número es par o impar  
        if (num % 2 == 0) {  
            System.out.println("El número es par.");  
        } else {  
            System.out.println("El número es impar.");  
            num *= 2; // Multiplicamos el número por dos si es impar  
            System.out.println("El número multiplicado por dos es: " + num);  
        }  
    }  
}
```

El programa pide al usuario que introduzca un número entero utilizando la clase `Scanner` de Java. Luego, comprueba si el número es par o impar utilizando el operador `%` (módulo), que devuelve el resto de la división entre dos números. Si el resto es cero, el número es par; si es uno, el número es impar. Si el número es impar, se multiplica por dos y se muestra el resultado por pantalla.

#### 4. Además, explica al finalizar las librerías utilizadas.



Aquí te dejo el programa en Java que cumple con las especificaciones que has dado. He incluido comentarios en el código para explicar lo que hace cada línea:

```
java Copy code

import java.util.Scanner; // Importamos la clase Scanner para leer la entrada

public class ParImpar {

    public static void main(String[] args) {

        // Creamos un objeto Scanner para leer la entrada del usuario
        Scanner entrada = new Scanner(System.in);

        // Pedimos al usuario que introduzca un número entero
        System.out.print("Introduce un número entero: ");
        int num = entrada.nextInt();

        // Comprobamos si el número es par o impar
        if (num % 2 == 0) {
            System.out.println("El número es par.");
        } else {
            System.out.println("El número es impar.");
            num *= 2; // Multiplicamos el número por dos si es impar
            System.out.println("El número multiplicado por dos es: " + num);
        }
    }
}
```

El programa pide al usuario que introduzca un número entero utilizando la clase `Scanner` de Java. Luego, comprueba si el número es par o impar utilizando el operador `%` (módulo), que devuelve el resto de la división entre dos números. Si el resto es cero, el número es par; si es uno, el número es impar. Si el número es impar, se multiplica por dos y se muestra el resultado por pantalla.

5. Copiamos el código pulsando “copy code”, lo pegamos en nuestros ficheros y comprobamos que se ejecuta correctamente. Hay que tener en cuenta que, al ser Java, debemos llamar al fichero igual que la clase propuesta por *chatGPT*, generamos y listo.

Sin embargo, la respuesta podría no haber sido correcta o concisa. Un ejemplo de esto es lo que ocurre si tratamos de generar el código en local usando en *Visual Studio Code* con las extensiones *Copilot* y *Readable - AI Generated Comments*.

6. Dividimos el programa en sub-funciones para facilitar la generación:

- a. Pedir entero: se realizará una función que nos pida un número entero por pantalla y lo almacenará.
  - b. Comprobar par: se realizará una función que comprobará si un número es par o impar.
  - c. Haz par: se realizará una función que combinará las funciones anteriores y multiplicará el número por dos si no era par.
7. Generamos el código con *Copilot* y comprobamos que funciona correctamente
  8. Generamos los comentarios con *Readable* (Basta con poner *//* e ir completando el comentario mientras observamos las propuestas).

**CÓDIGO 1.** Generación automática de código y comentarios con *Copilot* y *Readable* de la clase *enteros* que incluye la función *hazPar*

```
package ejemplo;
import java.util.Scanner;
public class enteros {
    // Función que pide un número entero al usuario y lo devuelve || OK
    public static int pedirEnteroPantalla() {
        // Creamos un objeto Scanner para leer la entrada del usuario
        Scanner entrada = new Scanner(System.in);
        // Pedimos al usuario que introduzca un número entero
        System.out.print("Introduce un número entero: ");
        int num = entrada.nextInt();
        return num;
    }
}
```

```

public static boolean comprobarPar(int num) {
    // Comprobamos si el número es par o impar
    if (num % 2 == 0) {
        return true;
    } else {
        return false;
    }
}
//
public static int hazPar(int num){ // OK
    if (comprobarPar(num)) {
        System.out.println("El número " + num + " es par");
    } else {
        num *= 2;
        System.out.println("El número " + num + " es impar");
    }
    return num;
}
public static void main(String[] args) {
    int num = pedirEnteroPantalla();
    hazPar(num);
}
}

```

Fuente: elaboración propia

9. Análisis crítico del código y comentarios generados en Código 1: observamos que todo funciona correctamente y los comentarios han fallado únicamente a la hora de comentar “hazPar” que se “olvida” explicar que en caso de que el número recibido sea impar, lo multiplica por dos.

Pero este caso ha partido con ventaja, pues utiliza el código ya generado por *ChatGPT* como “pista” al estar en el mismo proyecto. Si tratamos de hacer el mismo código con “el número es divisible por tres” observamos que tenemos que ir guiando a *Copilot* para que realice la operación “num \*=3” y, además, hay que revisar los comentarios, pues en lugar de

explicar que se comprueba la divisibilidad por tres, se queda estancado en la paridad (Ver Código 2).

**CÓDIGO 2.** Generación automática del código y comentarios con Copilot y Readable de la función `divisiblePorTres`

```
public static Boolean divisiblePorTres(int num) {  
    // Comprobamos si el número es par o impar  
    if (num % 3 == 0) {
```

Fuente: elaboración propia

Los problemas encontrados en la generación de código y comentarios que se han llevado a cabo muestran varios puntos clave a la hora de desarrollar una aplicación de la mano de la Inteligencia Artificial:

1. Elección de la IA dependiendo del programa al que tengamos acceso. En nuestro caso elegimos *Visual Studio Code* con las extensiones asociadas, al poder interactuar con la IA como una herramienta integrada.
2. Comunicación con la IA: debemos comunicar tareas precisas y saber leer el output recibido para corregirlo
3. Estructuración de la respuesta: aunque nos genere el código, necesitamos generar correctamente los ficheros y saber ejecutarlo correctamente. La IA por sí sola no genera el proyecto, aunque se podría automatizar en un momento dado.

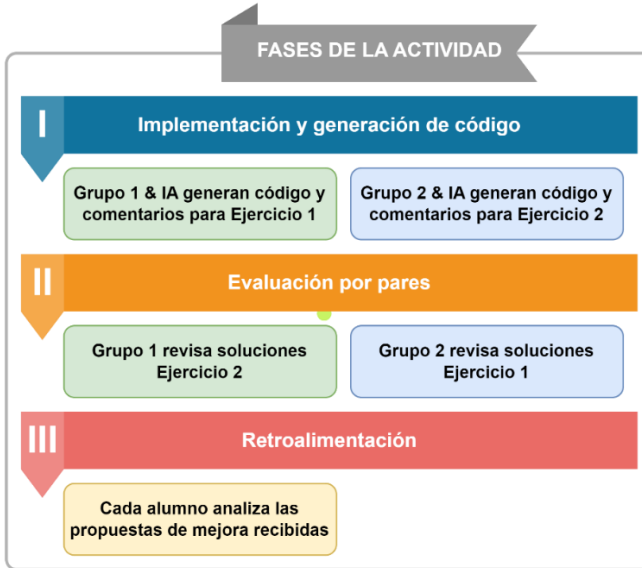
### 3.3. REQUISITOS DE LA DINÁMICA

La dinámica tiene varios requisitos esenciales. En primer lugar, asumimos la asistencia de un grupo mínimo de cuatro personas para que pueda existir una evaluación por pares. En segundo lugar, el ordenador que utilice el alumnado debe tener instalado *Visual Studio Code* con las extensiones necesarias, así como el lenguaje que se desee utilizar. También será necesario proveer al alumno de una cuenta con acceso a Chat-GPT para su uso durante el desarrollo de la práctica.



### 3.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD

**FIGURA 1.** Fases de la actividad.



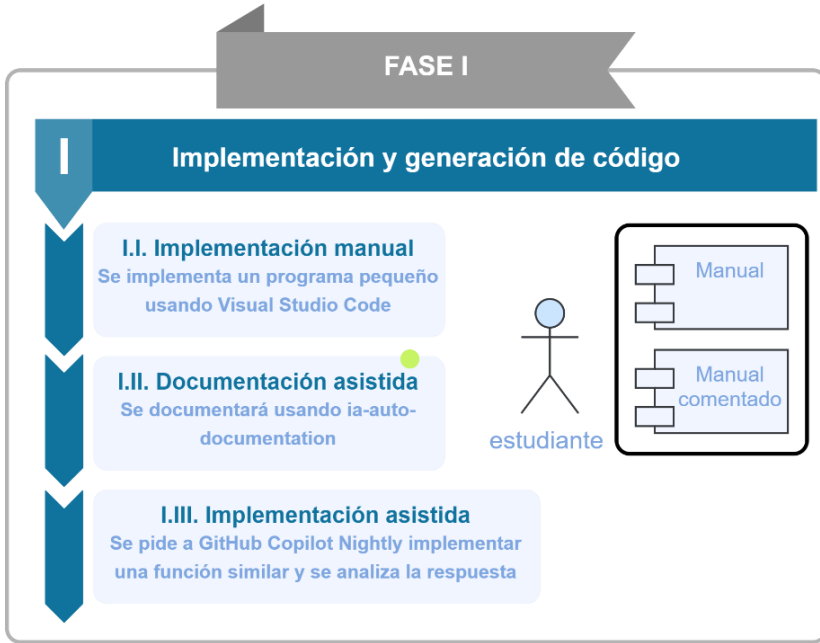
Fuente: elaboración propia

Para el desarrollo de la actividad, como se muestra en la Figura 1, se divide el grupo en dos. En una primera fase, cada grupo recibirá un enunciado con un ejercicio básico que deberá implementar manualmente y con la ayuda de la Inteligencia Artificial. En una segunda fase, se reparten los ejercicios de cada grupo en el otro, de manera que cada alumno recibe las soluciones de dos compañeros. Deberá revisarlas para comprenderlas y mejorarlas. Por último, se envían los comentarios al alumno inicial para que reciba la retroalimentación correspondiente y redacte la versión final del programa.

En los apartados siguientes se describen las tres fases de una manera más detallada.

#### 3.4.1. Fase I. Implementación y generación de código

**FIGURA 2.** Primera fase de la actividad: implementación y generación de código.



Fuente: elaboración propia

En esta primera fase se solicitan tres tareas individuales al estudiantado:

Implementación manual en Python o Java de una función básica

Documentación asistida básica del código desarrollado utilizando una herramienta de Inteligencia Artificial.

Generación de un código equivalente de manera asistida con otra herramienta de Inteligencia Artificial para su posterior contraste.

#### Tarea I.I Implementación manual

La primera tarea consiste en llevar a cabo la implementación manual de una función elemental en *Visual Studio Code* (I.I). El objetivo es asegurar una primera lectura y comprensión inicial del problema antes de analizar la capacidad de la IA para hallar una solución al problema y, así, aumentar la capacidad de lectura crítica de código.

Un ejemplo de ejercicio sería el enunciado siguiente:

Implementa en *Visual Studio Code* utilizando C, Python o Java una función de no más de 10 líneas que, dado un número entero positivo, a, imprima por pantalla todos los números naturales entre 1 y a multiplicados por 2 concatenados por comas. Al inicio y al final deberá aparecer un corchete.

Ejemplo:

```
a = 5
output: [2, 4, 6, 8, 10]
```

con posible solución

```
def multiplicarPorDos(a):
    x = "[2"
    for k in range(2,a+1):
        x += "," + str(k*2)
    x += "]"
    print(x)
```

## Tarea I.II Documentación asistida

La segunda tarea consiste en generar usando la herramienta *ia-auto-documentation*, el comentario asociado al código del ejercicio anterior (seleccionando el código y usando el atajo de teclado CTRL+Shift + I) y analizar el comentario sugerido.

Al hacerlo en el ejemplo anterior, la IA propone un comentario general como solución con el texto siguiente:

```
# This function multiplies a number by 2
# and prints the result
```

Observamos que:

- El comentario está en inglés, por lo que, si estamos en un código con los comentarios en castellano, probablemente debamos traducirlo
- No ha analizado correctamente el código, ya que ha asumido por el nombre de la función que imprime  $a*2$  en lugar de 2, 4, ... 2a.

¿Cómo podemos resolver el problema? Una forma es modificando el nombre de la función a `PorDosDesde1Hasta`, devolviéndose el como resultado:

```
# This function multiplies by 2 all the numbers from 1 to a
# and prints the result in a list
```

Si bien esta respuesta puede no ser precisa, se acerca más a la explicación del código.

### Tarea I.III Implementación asistida

Alcanzado este punto de la actividad, el estudiante habrá observado la importancia de la precisión en el nombre de la función para la obtención de una respuesta acertada por parte de la Inteligencia Artificial. Hay que tener en cuenta la literalidad y concreción con que hay que comunicarse con las máquinas para poder llegar a una comprensión mutua. El siguiente paso es retornos a conseguir, de la mano de la IA, un código preciso para un problema muy similar al anterior pero que tenga una pequeña variación, quedando, por ejemplo, el enunciado siguiente:

Supongamos que queremos generar con *Copilot* una función de no más de 10 líneas que, dados dos números enteros positivos (a,b), imprima por pantalla todos los números naturales entre a y b multiplicados por 3.

Propón un nombre explícito para que *Copilot* genere el código asociado.

Genera el código y comprueba si es válido o no.

En caso de no ser un resultado válido, indicar brevemente por qué no lo es.

Se proponen las preguntas siguientes para el análisis:

¿Son precisos los comentarios generados por la IA de auto documentación?

¿Ha podido malinterpretar el nombre de la función? ¿Por qué?

¿Eres capaz de proporcionarle uno adecuado? En caso ¿eres capaz de corregir el código para que sea una solución correcta?

Si estás usando *Readable*. ¿Hay un momento de la frase en la que, al tener más información, sea capaz de autocompletarla de manera más acertada?

Una posible respuesta asociada es la siguiente:

```

Resultado 1:
def multiplicarPorTresEntre(a,b):
    x = "[3"
    for k in range(2,a+1):
        if k*3 >= b:
            break
        x += "," + str(k*3)
    x += "]"
    print(x)
Comentario del resultado 1:

```

Se observa que este resultado no se corresponde con el enunciado ya que imprime sólo aquellos valores tales que su triple está entre 1 y b, pudiendo fallar si  $b=2$ . Esto es, la IA ha entendido que debía devolver el triple de todos los números entre 1 y  $a+1$  cuyo triple fuera menor que b. Pero ese no es el código solicitado.

¿Cómo lo podemos solucionar?

En primer lugar, intentamos lo más sencillo, que es cambiar el nombre... pero no conseguimos el resultado deseado. Pero Copilot es capaz de generar código autocompletando en partes intermedias de la función. Escribimos el código adaptándolo conforme vemos fallos y pedimos la autocompletación del código restante y llegamos a las situaciones que se muestran a continuación

```

def multiplyByThreeBetween(a,b):
    x = "[3*a"
    for k in range(a,b):
        x +=
def multiplyByThreeBetween(a,b):
    x = "[3*a"
    for k in range(a,b):
        x += "," + str(k*3)
    x += "]"
    print(x)

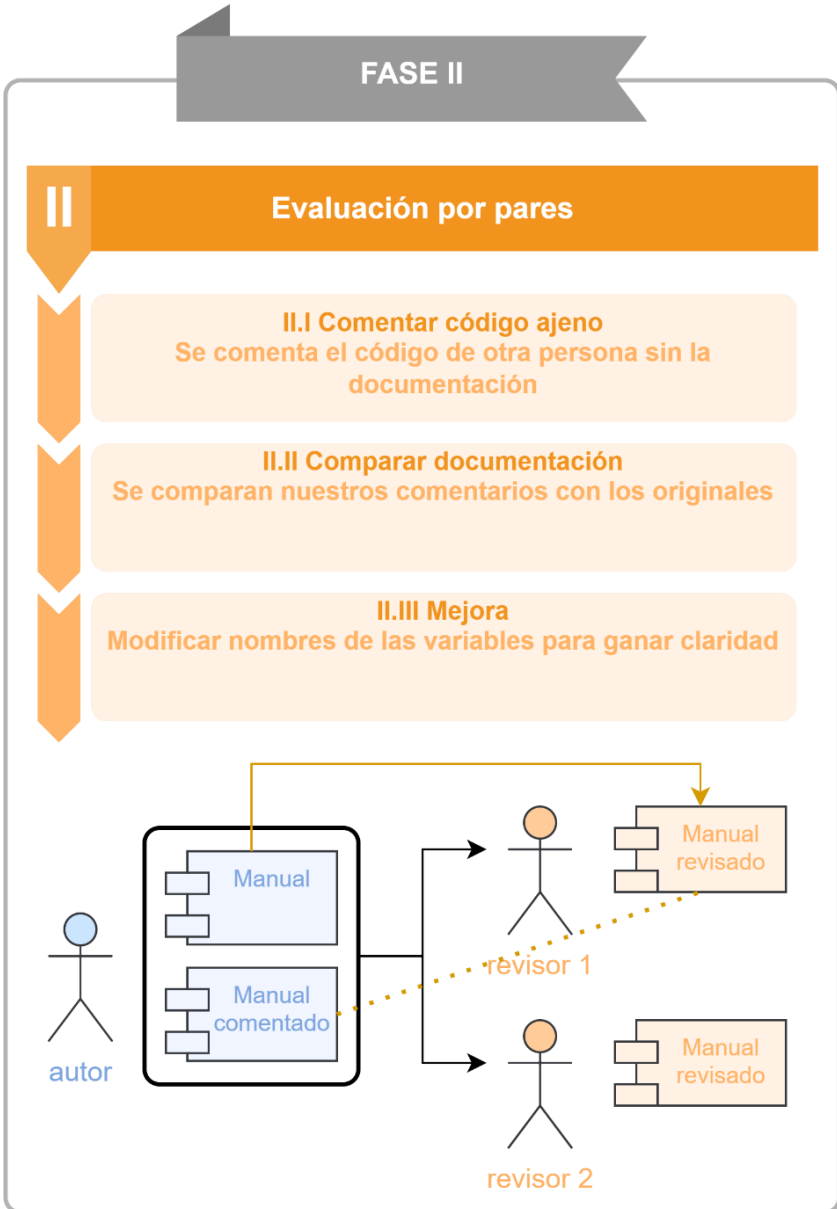
```

Vemos que se autocompleta el resto completamente. Aunque hay que tener cuidado con las tabulaciones, la ia de auto-documentación auto-completa correctamente el código genérico.

Con el desarrollo de las fases propuestas, el estudiantado habrá aprendido a analizar correctamente un enunciado y sintetizar lo suficiente para que una IA sea capaz de entender tanto nuestro código como el código que necesitamos. Además, estaremos analizando la propia respuesta de la Inteligencia Artificial. Con todo ello, estaremos desarrollando las habilidades de Análisis y síntesis, resolución de problemas, expresión escrita, uso de las TIC y el aprendizaje autónomo.

### 3.4.2. Fase II. Evaluación por pares

FIGURA 3. Segunda fase de la dinámica: evaluación por pares.



Fuente: elaboración propia

En esta segunda fase (Figura 3), cada alumno dará su código a dos compañeros y recibirá el código de otros dos. Para asegurar la comprensión del código recibido, deberá analizar y evaluar los códigos de los compañeros siguiendo tres pasos principales:

1. Abrir inicialmente el código manual sin comentarios. Tratar de comprenderlo, añadiendo comentarios por líneas y una idea general que describa qué hace la función. De esta manera, habrán tratado de leer un código ajeno sin necesidad de confiar en los comentarios, viendo el nivel de comprensión lectora respecto al propio lenguaje de programación.

Este paso supone una puesta a prueba de nuestra comprensión lectora de códigos de programación y una evaluación inicial de la comprensión escrita del compañero.

2. Evaluar su propia comprensión del código leído mediante la comparativa de los comentarios realizados con el enunciado y los comentarios del compañero que cedió el código.

Este paso supone una autoevaluación de nuestro nivel de comprensión lectora.

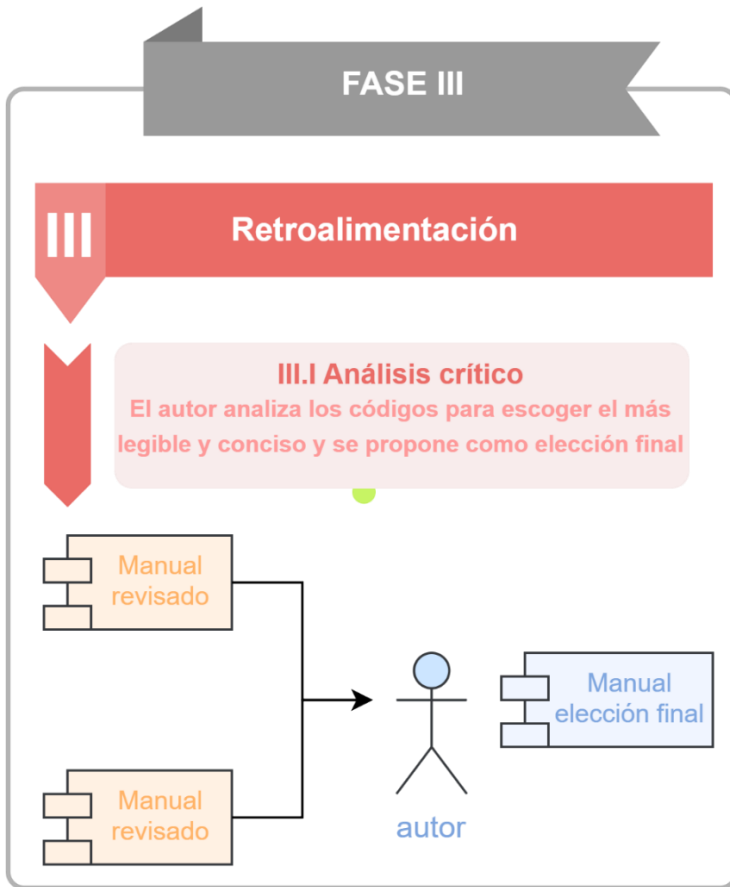
3. En caso de que fuera necesario o posible, proponer mejoras en los comentarios del compañero en caso de considerar que alguna explicación se pueda realizar de manera más precisa o pequeñas modificaciones del código que ayuden a hacerlo más legible. Por ejemplo, modificando el nombre de alguna variable del código para que se comprenda el programa sin necesidad de utilizar comentarios excesivamente explícitos. Por ejemplo, si en el ejemplo anterior modificamos el nombre de la variable “x” por *cadena\_triples* podemos explicitar que se trata de una variable de tipo *String* que almacena los valores triples de aquellos en el intervalo de entrada. Este cambio, podría suponer una mayor limpieza de código evitando comentarios demasiado explícitos, especialmente dentro del contexto de programación básica en el que se propone la actividad.

Este paso supone una evaluación calificativa en la que los alumnos utilizan la comunicación horizontal para aprender a

redactar códigos más claros y precisos. De esta manera, se promueve la comunicación entre iguales con el desarrollo correspondiente de las habilidades “aprender a aprender” y las habilidades de comunicación asociadas a la síntesis, la expresión escrita y la comprensión lectora.

### 3.4.3. Fase III. Retroalimentación

**FIGURA 4.** Tercera fase de la actividad: retroalimentación.



Fuente: elaboración propia.



Por último, se devolverá el código modificado al estudiante que implementó manualmente el código con el fin de analizar qué versión es más legible y concisa, así como la precisión de los nombres propuestos para las variables de la propuesta inicial (Figura 4). De esta manera, tendrá la posibilidad de evaluar de manera calificativa su comprensión del enunciado y su expresión escrita.

### 3.5. EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para evaluar la metodología, se compararán las soluciones implementadas manualmente con la generada usando IA y la solución definitiva de la fase tres. De esta manera, se podrá observar el nivel de precisión de cada una a modo de análisis objetivo del conocimiento del alumno.

Además, se realizará un breve cuestionario anónimo para conocer desde la perspectiva del alumno cuánto ha influido el uso de la IA y la evaluación por pares para la comprensión del problema.

## 4. RESULTADOS ESPERADOS/CONCLUSIONES

**FIGURA 5.** Competencias incentivadas al aplicar la actividad

		COMPETENCIA				
		Análisis y síntesis	Resolución de problemas	Expresión escrita	Uso de las TIC	Aprender a aprender
FASE	I.I	✓	✓	✓		✓
	I.II			✓	✓	✓
	I.III	✓		✓	✓	✓
	II.I	✓		✓		✓
	II.II	✓		✓		✓
	III			✓		✓

Fuente: elaboración propia.

El uso de la IA de la mano de la evaluación por pares nos permite promover las diferentes capacidades propuestas inicialmente (véase la Figura 5):

La comprensión lectora (fases I.II, I.III, II.I, III) y lectura crítica de programas, mediante el análisis del código y comentarios ajenos ya sea generados por la IA u otras personas en un nivel de conocimiento similar.

La expresión escrita (fases I.I, II.II), mediante la implementación manual y mejora de código ajeno.

Aprender a aprender (fases I.II, I.III). Si bien es una competencia que se intensifica en todas las actividades, se realza en las fases I.II y I.III. Esto es porque inicia el uso de las IA como una herramienta de apoyo para la escritura y documentación de programas cortos, aprendiendo nuevas capacidades necesarias en el entorno actual.

## 5. REFERENCIAS

Andrea Agostinelli, T. I. (2022). *MusicLM: Generating Music From Text*. Google Research.

Gómez, M. J. (2020). *Aspectos de adquisición de lenguaje en la enseñanza de programación*. Universidad Nacional de Córdoba (Argentina).

GustavoMercado. (22 de 01 de 2023). *IA auto-documentation*. Obtenido de <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=GustavoMercado.ai-auto-documentation>

Martín, A., Huertas-Tato, J., Torregrosa, J., & Camacho, D. (2022). Modelos de generación automática de código en el aula: implicaciones en la evaluación de tareas de programación. En A. Martín García, M. Souto Rico, & R. Guede Cid, *Nuevos enfoques en innovación educativa y transferencia del conocimiento: aplicación en ingenierías y enseñanza STEM* (págs. 194-209). Dykinson S.L.

Microsoft. (29 de Abril de 2015). *Visual Studio Code*. Obtenido de <https://code.visualstudio.com/docs>

Microsoft. (2023 de Marzo de 30). *Visual Studio Code and GitHub Copilot*. Obtenido de <https://code.visualstudio.com/blogs/2023/03/30/vscode-copilot>

OpenAI. (2023). *GPT-4 Technical report*.

Readable SO. (16 de 11 de 2022). *Readable - AI Generated Comments*. Obtenido de  
de  
<https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=pcsoftware.readable>

Stability AI. (13 de Septiembre de 2022). *Stable Diffusion*. Obtenido de  
<https://stablediffusionweb.com/>

Universidad Politécnica de Madrid. (2 de Agosto de 2022). *Grado en Sistemas De Información: Objetivos y Competencias*. Obtenido de  
<https://www.etsisi.upm.es/estudios/grados/61si/ig/objs>

# ANÁLISIS SOBRE LA RETROALIMENTACIÓN EDUCATIVA EN LA ESPECIALIDAD SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN DEL IT DE LERDO MEDIANTE ALGORITMOS DE PROCESAMIENTO NATURAL DEL LENGUAJE

---

CARLOS LEOBARDO BADILLO ALONSO  
*Universidad Americana De Europa*

## 1. INTRODUCCIÓN

La retroalimentación en una respuesta verbal, escrita o gestual por parte del docente en relación con el desempeño o comportamiento de un estudiante. Su función es potenciar al estudiante para que obtenga un mejor aprovechamiento y mejore sus calificaciones confiando en sus capacidades para resolver un problema. Si la retroalimentación es negativa, el estudiante se desalentará y puede atenuar su esfuerzo desinteresándose en el proceso educativo a nivel universitario. Por lo tanto, cuando la retroalimentación es mala, está demostrado que los alumnos dejan de esforzarse y así el índice de reprobación aumenta en la universidad.

Se ha observado que en la carrera de Ingeniería en informática con la especialidad de ciberseguridad en la Universidad Tecnológico Nacional de México campus Lerdo (ITSL), los docentes brindan retroalimentación de forma muy variable en las clases presenciales.

Por esta se realizará se realiza un estudio sobre los tipos de retroalimentación que se dan en las clases presenciales. Que consiste en la clasificación de la retroalimentación brindada por los profesores de especialidad. El análisis y la clasificación se realizarán mediante algoritmos de procesamiento de lenguaje natural. Por lo tanto, se implementará una herramienta computacional de apoyo para que los docentes puedan identificar el tipo de retroalimentación.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La retroalimentación consiste en una respuesta verbal, escrita o gestual por parte del docente en relación con el desempeño o comportamiento de un estudiante. Su función es potenciar al estudiante para que obtenga un mejor aprovechamiento y mejore sus calificaciones confiando en sus capacidades para resolver un problema. Si la retroalimentación es negativa, el estudiante se desalentará y puede atenuar su esfuerzo desinteresándose por la materia o abandonándola por lo tanto la retroalimentación es una parte fundamental del proceso educativo, en donde los estudiantes universitarios reciben una valoración del alcance de su aprendizaje mediante sugerencias para conseguir conocimientos y habilidades que les serán de utilidad para su vida profesional o personal.

En un mundo, donde la tecnología cada vez gana más terreno en el ámbito educativo, existen múltiples plataformas de aprendizaje que pueden programarse para brindar una retroalimentación muy certera de acuerdo con los errores y aciertos del estudiante. Sin embargo, esta característica no siempre es aprovechada adecuadamente. Por otra parte, en las clases presenciales, los docentes enfrentan algunos retos al momento de retroalimentar a los estudiantes de una manera eficiente, ya sea por una carga de trabajo excesiva, tiempo limitado, falta de conocimiento o falta de habilidades de comunicación, entre otras.

Se ha observado que en la carrera de Ingeniería en informática con la especialidad de ciberseguridad en la Universidad Tecnológico Nacional de México campus Lerdo (ITSL), los docentes brindan retroalimentación de forma muy variable, dando valoraciones negativas o actúan de una forma correctiva o la retroalimentación que se le brinda al estudiante está incompleta esto puede ser verbal, escrito o gestual. Cuando la retroalimentación es sobre todo negativa, está demostrado que los alumnos dejan de esforzarse y así el índice de reprobación aumenta y por defecto la matrícula de deserción aumenta. En este trabajo se realizará un estudio sobre los tipos de retroalimentación que se dan en las clases presenciales. Se realizará una clasificación de la retroalimentación brindada por los profesores de la especialidad. El análisis y la clasificación se realizarán mediante algoritmos de procesamiento de lenguaje natural.

Posteriormente se implementará una herramienta computacional de apoyo para que los docentes puedan identificar el tipo de retroalimentación que proporcionan a los estudiantes. Se espera que los resultados obtenidos, también contribuyan a mejorar el proceso de retroalimentación en plataformas en línea.

La visualización de esta problemática me lleva a la siguiente interrogante: ¿Cómo la Inteligencia Artificial puede clasificar y ayudar a los docentes a brindar una retroalimentación eficiente?

### 3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

La presente investigación se enfocara en el estudio de la Inteligencia Artificial específicamente en el Proceso Natural del Lenguaje en el entorno educativo como herramienta donde seria suma importancia para los docentes porque les ayudaría ver el tipo de retroalimentación que realizan y a realizar una retroalimentación efectiva y que los estudiantes tengan un mejor conocimiento y con esto la deserción academia de la carrera de Informática sea menor a si afectando a la cuestión económica de la institución de forma positiva ya que en la actualidad la retroalimentación que se brinda al estudiante de dicha carrera es de forma muy variable y de una manera negativa. Este trabajo seria innovador para el Instituto Tecnológico superior de Lerdo ya que no cuenta con una herramienta de este estilo que apoye a los docentes.

### 4. OBJETIVOS

#### 4.1. OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar una herramienta de apoyo basada en Inteligencia Artificial para la clasificación de los tipos retroalimentación el aula.

#### 4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Recolectar información sobre el procesamiento natural de lenguaje e Inteligencia Artificial.

- Muestrear y generación de una base de datos sobre la retroalimentación educativa.
- Entrenar a algoritmos de procesamiento natural de lenguaje e Inteligencia Artificial.
- Analizar los resultados de los algoritmos de procesamiento natural de lenguaje e Inteligencia Artificial.
- Evaluar el impacto del algoritmo para evaluar su funcionalidad.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1. DISEÑO

La metodología que implantará durante esta investigación cuantitativa en un nivel aplicativo será la siguiente:

- **Investigación Documental:** Se investigará acerca de algoritmos aplicados al proceso natural del lenguaje por la Inteligencia Artificial y de una correcta retroalimentación.
- **Muestreo:** Muestreo de un de alumnos de 3 a 9 semestre de la carrera de informática y toda la población de docentes de la carrera de Informática de la universidad ITSL
- **Generación de datos:** Recopilación de datos del muestreo con cuestionarios digitales y entrevistas semestre de la carrera de informática de la universidad ITSL a través de cuestionarios digitales (Texto) sobre la seguridad de la información.
- **Generación de la base de datos:** Con la información recolectada se hará una depuración de los datos recolectados y se generará una base de datos a partir de ello.
- **Seleccionar de modelo:** Seleccionar un modelo de lenguaje natural, (por ejemplo, modelos basados en reglas, basados en aprendizaje supervisado y basados en aprendizaje no supervisado) el cual se acomode al generar una retroalimentación.

- **Entrenamiento del modelo:** después de seleccionar el modelo, pasamos a la parte de entrenamiento en donde se alimentan con los datos preprocesados al modelo seleccionado y ajustarlo a los parámetros hasta que se obtenga un buen rendimiento.
- **Evaluar el modelo:** Se evaluará el modelo entrenado de su rendimiento y la precisión si empite el resultado.
- **Ajustar el modelo:** Se ajustará el modelo entrenado de los parámetros o estructura del mismo si este no este no tuviera un correcto rendimiento
- **Poner en producción:** El algoritmo seleccionad y entrenado de Inteligencia Artificial se pondrá en prueba para comprobar la interrogante si lo aplicado a la información otorgan una correcta retroalimentación

## 5.2. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Los algoritmos favorecen el desarrollo de una retroalimentación eficiente para alcanzar el aprendizaje significativo y reducir el error humano.

## 5.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Se utilizara la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia el cual se tomará toda la población de ya que la población del Instituto tecnológico superior de Lerdo de la plantilla docente de la misma es chica (aproximadamente 10 docentes) .La población de los estudiante conformará alumnos de 3 a 9 semestre de la carrera de informática de la universidad ITSL, el cual se tomará una muestra significativa por conveniencia de los grupos (aproximadamente 5 alumnos) ambos de la creade de informática.



#### 5.4. VARIABLES

Las variables independientes para analizar identificadas son la recolección de datos de la muestra de los estudiantes y el total de los docentes de la carrera de ingeniería en informática.

#### 5.5. INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Los instrumentos de investigación son los recursos con los que el investigador se apoya para estudiar problemas y fenómenos y así extraer información de ellos.

- El proyecto tiene un enfoque cuantitativo aplicativo y tiene como instrumentos de investigación cuestionarios, observaciones, entrevistas, y grabaciones de los docentes dando al estudiante una retroalimentación.
- Instrumento 1: Cuestionarios: Los cuestionarios se aplicarán a la muestra de los docentes y a la muestra de los alumnos de la carrera de informática acerca de los temas de la especialidad de Seguridad de la Información.
- Instrumento 2: Observaciones: Las observaciones serán con base de analizar cómo se expresa el docente ante el alumno cuando emite una retroalimentación acerca de los temas de la especialidad.
- Instrumento 3: Entrevistas: Los cuestionarios se aplicarán a la muestra de los docentes y a la muestra de los alumnos de la carrera de informática acerca de los temas de la especialidad de Seguridad de la Información.
- Instrumento 4: Grabaciones: Los cuestionarios se realizar a la muestra de los docentes de la carrera de informática acerca de los temas de la especialidad de Seguridad de la Información cuando realizan una retroalimentación a los estudiantes para observar y analizar la información que transmiten

## 5.6. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Con la información recolectada se hará una primera depuración de los datos recolectados analizándolos y generan una base de datos a partir de ello en el lenguaje SQL en MongoDB y a partir de ello una depuración de la información de ahí desarrollando, entrenando probando algoritmos de Inteligencia Artificial con enfoque en Procesamiento Natural del Lenguaje en el IDE de Visual Studio Code en donde nos permitirá codificar en el lenguaje de programación de Python y/o R con ayuda de una biblioteca de código abierto para aprendizaje automático de TensorFlow y algoritmos de Procesamiento Natural de Lenguaje.

## 5.7. RESULTADOS ESPERADOS

Con el desarrollo del proyecto de investigación se espera entrenar un algoritmo que sirva como herramienta computacional de apoyo de basada en Inteligencia Artificial para la clasificación de los distintos tipos de retroalimentaciones que se efectúan en el aula en las clases presenciales basada en el procesamiento del lenguaje natural así ayudar a los docentes a mejorar la retroalimentación que se da a los estudiantes y también contribuyan a mejorar el proceso de retroalimentación en plataformas en línea.

## 6. REFERENCIAS

- Al-Badi, A., Khan, A., & Alotaibi, E. (2022). Perceptions of Learners and Instructors towards Artificial Intelligence in Personalized Learning. *Procedia Computer Science*, 445-451.
- Núñez Reiz, A., Armengol de la Hoz, M., & Sánchez García, M. (416-426). Big Data Analysis y Machine Learning en medicina intensiva. *Medicina Intensiva*, 2019.
- Quezada Cáceres, S., & Salinas Tapia, C. (2021). Modelo de retroalimentación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 225-251.
- Aldosari, S. A. (2020). The Future of Higher Education in the Light of Artificial Intelligence Transformations. *The Future of Higher Education*, 145-151.

- Alonso Pardo, M., Alonso Ramos, M., Gómez Rodríguez, C., Graña Gil, J., & Vilares Ferro, j. (2010). La enseñanza del Procesamiento del Lenguaje en facultades de Informática y Filología. *Lengua y Sociedad de la Información, Universidade da Coruña*, 1-4.
- Álvarez Carmona, M. A., Aranda, R., Diaz Pacheco, Á., & Ceballos Mejía, J. J. (2022). Generador automático de resúmenes científicos en investigación turística. *SciELO*, 1-13.
- April, A., & Villavicencio, M. (2022). *Inteligencia Artificial con Ejemplos*. Kindle : España.
- Ardila, R. (2010). Inteligencia. ¿Qué sabemos y qué nos falta por investigar? *Acad. Colomb. Cienc*, 97-103.
- Arias, F. J., Ovalle, D. A., & Jiménez Builes, J. A. (2009). Modelo de planificación instruccional en sistemas. *Avances en Sistemas e Informática*, 155-164.
- Arjona, Ó. A. (2015). Aprendizaje motor y realimentación: consideraciones prácticas. *Lúdica pedagógica*, 75-83.
- Beaumont, C., O'Doherty, M., & Shannon, L. (2011). Reconceptualising assessment feedback: a key to improving student learning? *Studies in Higher Education*, 671-687.
- Boulay, B. d. (2000). Can We Learn from ITSs? *Intelligent Tutoring Systems*, 9-17.
- Briceño, B., & Fernandez, E. (2020). Aplicando el procesamiento del lenguaje natural para clasificar artículos del coronavirus. *Banco Interamericano de Desarrollo*, 1-2.
- Cabrero Souto, D., Vilares Ferro, j., & Vilares Ferro, M. (2002). Programacion Dinamica y Analisis Parcial. *Sociedad Española para el procesaminto del lenguaje naural*, 129-136.
- Camarena, L. O. (2019). *Aplicaciones del Procesamiento de Lenguaje Natural y Recuperación de la Informacion2019*. ResearchGate, 1-20.
- Cammel, S. A., De Vos, M. S., van Soest, D., Hettne, K. M., Boer, F., Steyerberg, E. W., & Boosman, H. (2020). How to automatically turn patient experience free-text responses into actionable insights: a natural language programming (NLP) approach. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 2-10.
- Carless, D. (2006). Differing perceptions in the feedback. *Studies in Higher Education*, 219–233.
- Carless, D., Salter, D., Yang, M., & Lam, J. (2011). Developing Sustainable Feedback Practices. *Studies in Higher Education*, 395-407.

- Devarakonda, M. V., & Mehta, N. (2018). Machine Learning, Natural Language Programming, and Electronic Health Records the next step in the Artificial Intelligence Journey? *Allergy and Clinical Immunology*, 2-7.
- Dreżewski, R., & Solawa, J. (2021). The application of selected modern artificial intelligence techniques in an exemplary strategy game. *Procedia Computer Science*, 1914-1923.
- Ferrández, A., Rojas, Y., & Peral, J. (2014). Aplicación del procesamiento de lenguaje natural en la recuperación de Información. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos Universidad de Alicante, 1-15.
- Foresti, R., Rossi, S., Magnani, M., Guarino Lo Bianco, C., & Delmonte, N. (2020). Smart Society and Artificial Intelligence: Big Data Scheduling and the Global Standard Method Applied to Smart Maintenance. *Engineering*, 835-846.
- Gibbs, G., & Simpson, C. (2004). Conditions Under Which Assessment Supports Students' Learning. *Learning and Teaching in Higher Education*. *Learning and Teaching in Higher Education*, 3-31.
- Gómez, W. S. (2005). ¿Qué constituye a los lenguajes natural y matemático?\*. *SAPIENS*, 1-7.
- Hardy, T. (2001). IA: Inteligencia Artificial. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 1-23.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 81-112.
- Hohendahl, A. (2014). Procesamiento de Lenguaje Natural Robusto. *ResarcheGate*, 1-9.
- Huapaya, C., Lizarralde, F., & Arona, G. (2014). Sistemas Tutoriales Inteligentes Aplicados a Dominios de la Ingeniería. *JEITICS*, 110-114.
- Jantakun, T., Jantakun, K., & Jantakoon, T. (2021). A Common Framework for Artificial Intelligence in Higher Education (AAI-HE Model). *Canadian Center of Science and Education*, 94-103.
- Macías, M. A. (2002). Las múltiples inteligencias. *Psicología desde el Caribe*. Universidad del Norte, 27-38.
- Mathieu, M. J. (2014). *Introducción a la programación*. Mexico: Patria.
- MCCUNE, V., & HOUNSELL, D. (2005). The development of students' ways of thinking and practising in three final-year biology courses. *Higher Education*, 255-289.
- Merry, S., & Orsmond, P. (2008). Students' Attitudes to and Usage of Academic Feedback Provided Via Audio Files. *Bioscience Education*, 1-11.

- Microsoft Portal., A. (1 de enero de 2023). learn.microsoft. Obtenido de Microsoft Azure AI Fundamentals: exploración del procesamiento de lenguaje natural: <https://learn.microsoft.com/>
- Moreno Olivos, T. (2021). La retroalimentación Un proceso clave para la enseñanza y la evaluación formativa. Cidade de Mexico: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Nakhle, F., & Harfouche, A. (2021). Ready, Steady, Go AI: A practical tutorial on fundamentals of artificial intelligence and its applications in phenomics image analysis. *Patterns*, 1-21.
- Nicol, D., & MacFarlane, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 199-218.
- Olivos, T. M. (2021). La retroalimentación Un proceso clave para la enseñanza y la evaluación formativa. Ciudad de Mexico: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa.
- Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1-6.
- Ponce Gallegos, J. C., Soto, A. T., Quezada Aguilera, F. S., Sprock, A. S., Martínez Flor, E. U., Casali, A., . . . Pedreño, O. (2014). *Inteligencia Artificial. Latinoamerica: Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos*.
- Quezada Caceres, S., & Salinas Tapia, C. (2021). Modelo de retroalimentación para el aprendizaje. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 225-251.
- Rani, P., Panichella, S., Leuenberger, M., Sorbo, A. D., & Nierstrasz, O. (2021). How to identify class comment types? A multi-language approach for class comment classification. *Journal of Systems and Software*, 1-7.
- Rattan, P., Penrice, D. D., & Simonetto, D. A. (2023). Artificial Intelligence and Machine Learning: What You Always Wanted to Know but Were Afraid to Ask. *Gastro Hep Advances*, 70-78.
- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. Barcelona: Planeta, S.A.
- Saadia, D. (2021). Integration of Cloud Computing, Big Data, Artificial Intelligence and Internet of Things. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 10-17.
- Salcedo, J. K. (2021). Clasificación de Textos utilizando técnicas de Aprendizaje Profundo en el área de PLN. *Data Science Research Perú*, 1-3.
- Sánchez Urios, A. (2006). *Trabajo microsocioal: Intervención con individuos y familias*. Murcia: Diego Marín.

- Shaikh, A. A., Kumar, A., Jani, K., Mitra, S., García Tadeo, D. A., & Devarajani, A. (2022). The Role of Machine Learning and Artificial Intelligence for making a Digital Classroom and its sustainable Impact on Education during Covid-19. *Materials Today*, 3211-3215.
- Stobart, G. (2010). *Tiempo de pruebas: Los usos y abusos de la evaluación*. Madrid: Morata.
- Thongprasit, J., & Wannapiroon, P. (2022). Framework of Artificial Intelligence Learning Platform for Education. *International Education Studies*, 76-86.
- Venegas, R. (2021). Aplicaciones de inteligencia artificial para la clasificación automatizada de propósitos comunicativos en informes de ingeniería. *Signos. Estudios de lingüística*, 942-970.
- Veres, S. M., & Adolfsson, P. (2011). A natural language programming solution for executable papers. *Elsevier Ltd*, 678-687.
- yam, j., & kim, c. (2014). Guidelines for facilitating the development of learning communities in online courses. *computer Assisted Learning*, 220-232

# METODOLOGÍA BASADA EN PROYECTOS. PRÁCTICAS Y EXAMEN COOPERATIVO EN GEOMÁTICA: RESULTADOS PRELIMINARES

---

FERNANDO PÉREZ PORRAS

SUSANA CANTÓN MARTÍNEZ

FRANCISCO JAVIER MESAS CARRASCOSA

JORGE TORRES SÁNCHEZ

*Universidad de Córdoba, Departamento de Ingeniería Gráfica y Geomática*

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. PROBLEMAS EN LA RAMA DE ENSEÑANZA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

La docencia en los grados universitarios de la rama de enseñanza de Ingeniería y Arquitectura afrontan tres graves problemas desde hace años: un descenso en la tasa de matriculación, un bajo nivel de rendimiento del alumnado, y una alta tasa de abandono. Según datos del Ministerio de Universidades (Ministerio de Universidades, 2022), la matriculación en grados de la anteriormente citada rama ha bajado un 9% en el período transcurrido desde el curso 2015/2016 hasta el 2020/2021, siendo esta bajada aún mayor si analizamos el intervalo de tiempo entre el curso 2005/2006 y el 2020/2021, en el que el descenso de matriculaciones ha sido superior a los 38 puntos porcentuales. Esta bajada en el número de matriculaciones también se puede constatar analizando el porcentaje de alumnos que se matriculaban en la rama de enseñanza de Ingeniería y Arquitectura con relación al total de alumnos matriculados; en el curso 2010/2011, los alumnos en esta rama supusieron el 23.7% de las matriculaciones, mientras que en el curso 2020/2021, representaron tan sólo el 17.4% del total de matrículas en enseñanzas de grado.

Otro problema anteriormente enunciado es el del rendimiento de los alumnos. Según el informe del Ministerio de Universidades anteriormente citado, la tasa de rendimiento (la relación porcentual entre el número de créditos superados y el número de créditos matriculados) de los alumnos de grado en el curso 2019/2020 fue del 84.6% como promedio, pero en el caso de los alumnos de la rama de enseñanza de Ingeniería y Arquitectura fue tan sólo del 74.4%, la tasa de rendimiento más baja de entre todas las ramas de enseñanza, siendo la más alta la de la rama de ciencias de la Salud con un 90.6%.

Al problema de la bajada en las matriculaciones y la baja tasa de rendimiento se une el de la elevada tasa de abandono. Según el Ministerio de Universidades (2022), la tasa de abandono del estudio en primer año (cohorte de nuevo ingreso 17/18) fue del 25,0% en la rama de enseñanza de Ingeniería y Arquitectura, siendo mayor tan sólo en la rama de Artes y Humanidades.

Estos problemas en los grados de Ingeniería y Arquitectura son graves por sí solo, pero adquieren unas connotaciones más preocupantes si se observan las estadísticas de empleo para graduados. En 2019, los egresados de la rama de enseñanza de Ingeniería y Arquitectura tuvieron la mayor tasa de empleo (92.4%) de todas las ramas de enseñanza (Instituto Nacional de Empleo, 2023). Esto implica que hay una alta demanda de personas con titulaciones de esta rama de enseñanza, una demanda que, de seguir la tendencia descendente en la tasa de matriculación en dicha rama, podría no verse satisfecha en un futuro próximo. Podría darse una situación en la que no hay suficientes graduados en Ingeniería y Arquitectura para el mercado laboral, con las correspondientes consecuencias negativas que esta carencia supondría para el tejido social y productivo de la sociedad.

## 1.2. EL APRENDIZAJE COOPERATIVO

La causa de la problemática expuesta puede ser que las asignaturas impartidas en las titulaciones analizadas siguen basándose en metodologías centradas en el profesor, con una participación limitada de los alumnos. En numerosas ocasiones, los contenidos de las asignaturas se muestran durante las clases magistrales sin aplicaciones prácticas. Además, las



asignaturas de las enseñanzas de Ingeniería y Arquitectura se caracterizan por una gran complejidad y cantidad de conceptos. En consecuencia, los estudiantes se aburren, presentan bajos niveles de rendimiento académico y, finalmente, terminan abandonando los cursos. En este contexto, existen diversas metodologías que pueden mejorar el compromiso y el aprendizaje de los estudiantes. Una de las metodologías que puede ayudar en estos objetivos es la introducción del aprendizaje cooperativo. En dicha metodología docente los alumnos trabajan en pequeños grupos con el fin de maximizar el aprendizaje, debiendo desarrollar entre todos una tarea donde cada alumno se responsabiliza tanto de su propio aprendizaje como del de sus compañeros. Es el alumno quien tendrá que poner al día sus conocimientos para llevar a cabo una serie de tareas en las que tendrá que contar también con los recursos de sus compañeros. Gracias a esto, se consigue el desarrollo de habilidades para relacionarse y trabajar de manera cooperativa que serán de gran importancia en el desarrollo de su actividad laboral, ya que el ejercicio profesional se basa a menudo en el esfuerzo colectivo de profesionales de una o varias ramas del conocimiento (Cantero Vicente & López Alacid, 2011).

Cuando se implanta el aprendizaje cooperativo, el papel del docente es el de un guía que acompaña en el desarrollo del trabajo en equipo y que debe confiar en la responsabilidad de los alumnos para abordar el trabajo grupal.

Además de un incremento en la eficacia del aprendizaje percibido por los alumnos (Prieto et al., 2007), investigaciones anteriores (Cruz & Benito Capa, 2005) han encontrado los siguientes efectos positivos del aprendizaje cooperativo:

- Desarrollo de competencias relacionadas con habilidades interpersonales y de trabajo en equipo no existentes previamente por no tener el alumnado posibilidad para desarrollarlas. Siendo estas competencias muy relevantes en las profesiones que tendrán en el futuro.

- Desarrollo de habilidades intelectuales de alto nivel como la capacidad de análisis y síntesis, pensamiento hipotético deductivo, pensamiento creativo científico-tecnológico, etc., puestas de manifiesto en contextos más cercanos a la realidad profesional que el examen “tradicional”.
- Fomento de la responsabilidad y compromiso ante el trabajo y los compañeros.

### 1.3. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA DOCENCIA

Un sistema de información geográfica (SIG) es un sistema que permite

“analizar, presentar e interpretar hechos relativos a la superficie terrestre [...] En palabras habituales, un SIG es un conjunto de software y hardware diseñado específicamente para la adquisición, mantenimiento y uso de datos cartográficos” (Tomlin, 1990).

El uso de los SIG es habitual en profesiones relacionadas con la gestión del territorio y del medio ambiente, siendo habitual su enseñanza en titulaciones de grado de la rama de Ingeniería y Arquitectura. Además de por su uso en el ámbito laboral, la inclusión de los SIG en la docencia es habitual por su gran valor como recurso didáctico, existiendo experiencias de su uso en muchos países y en todos los niveles educativos (Martínez Hernández, 2021). Según Martínez Hernández (2021):

“El uso didáctico de los SIG suele generar una gran motivación entre el alumnado, tanto desde el punto de vista conceptual como procedimental (Alcántara Manzanares et al., 2014; Martínez Hernández et al., 2016; Singh et al., 2013). De ello se deriva [...] la valoración de un buen clima de trabajo y de la participación del alumnado, a través normalmente de aprendizaje colaborativo y cooperativo (García de la Vega, 2012). Consecuentemente, como certifica West (2003), también se alcanzan altos valores en la percepción de su utilidad didáctica.”

Por tanto, la combinación de SIG y aprendizaje cooperativo puede suponer un revulsivo que ayude a mejorar los resultados en la enseñanza de las titulaciones de grado de la rama de enseñanza de Ingeniería y Arquitectura.

## 2. OBJETIVOS

Vistos los antecedentes expuestos anteriormente, el objetivo del presente trabajo fue el estudio de la influencia de una metodología de trabajo y evaluación cooperativa sobre las calificaciones y la tasa de abandono de los alumnos. En concreto, el estudio de dicha metodología se llevó a cabo en la parte práctica con SIG de la asignatura de Geomática del grado de Ingeniería Forestal en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes de la Universidad de Córdoba.

## 3. METODOLOGÍA

La asignatura de Geomática, es una asignatura del grado de Ingeniería Forestal, de carácter obligatorio, de segundo curso, con 6 ECTS (European Credit Transfer System) de la que se exige un porcentaje presencial del 40%, un total de 60 horas de trabajo mientras que se añaden 90 horas de trabajo no presencial. Entre las 60 horas presenciales, se encuentran 36 horas de Grupo Completo con lecciones magistrales y 24 horas de Grupos Pequeños para la realización de las prácticas, con un máximo de 20 alumnos por grupo. Las 24 horas de prácticas se reparten en 12 sesiones de 2 horas cada una. Las 90 horas de trabajo no presencial se dividen en 15 horas de Análisis, 15 de Ejercicios de clase, 45 de Estudio y 15 de Trabajo de grupo.

Para cursar dicha asignatura no es necesario ningún requisito previo establecido en el plan de estudios, aunque se indica como recomendación tener conocimiento del Sistema de Representación de Planos Acotados.

El objetivo de dicha asignatura es proporcionar a los alumnos conocimientos suficientes para gestionar y evaluar algunos métodos de producción cartográfica como la Topografía y la Teledetección. Así mismo, se pretende mostrar los Sistemas de Información Geográfica como principales herramientas para el manejo de dicha información. Las competencias principales de la asignatura se pueden ver en la tabla incluida a continuación:

**TABLA 1.** Competencias básicas y específicas de la asignatura.

<b>Competencia</b>	<b>Descripción</b>
CB1	Conocimiento en materias básicas, científicas y tecnológicas que permitan un aprendizaje continuo, así como una capacidad de adaptación a nuevas situaciones o entornos cambiantes.
CB2	Capacidad de resolución de problemas con creatividad, iniciativa, metodología y razonamiento crítico
CB3	Capacidad de liderazgo, comunicación y transmisión de conocimientos, habilidades y destrezas en los ámbitos sociales de actuación
CB4	Capacidad para la búsqueda y utilización de la normativa y reglamentación relativa a su ámbito de actuación
CB5	Capacidad para desarrollar sus actividades, asumiendo un compromiso social, ético y ambiental en sintonía con la realidad del entorno humano y natural
CB6	Capacidad para el trabajo en equipos multidisciplinares y multiculturales
CU2	Conocer y perfeccionar el nivel de usuario en el ámbito de las Tecnologías de la Información
CEC6	Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de: Topografía, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección

La asignatura, para conseguir que los alumnos dispongan de dichas competencias, se compone de los siguientes bloques temáticos i) Conceptos introductorios: Geodesia, Proyecciones cartográficas y Topografía, ii) Instrumentos, Métodos y Levantamientos Topográficos, iii) Teledetección Satelital y iv) Sistemas de Información Geográfica (SIG).

La evaluación se compone de un 60% de la nota de los exámenes, un 25% de la nota del examen de prácticas y de un 15% de pruebas reales o simuladas.

Para dar respuesta a las prácticas de los dos primeros bloques temáticos se opta por realizar prácticas de campo, con estaciones totales donde de forma práctica se aprende por parte del alumnado al estacionamiento y orientación de los equipos, realización de una poligonal cerrada, levantamiento, nivelación y replanteo de varios puntos. En total son 4 clases prácticas, lo que asciende a una carga lectiva de 8 horas. Esta parte de la nota se consigue a través de la relación de estas pruebas reales más la entrega de un informe con los cálculos correspondientes.

En cuanto a los dos siguientes bloques, iii y iv, estos conforman el 25 % de la nota del examen de prácticas gracias al examen cooperativo. En total, se realizan 8 clases prácticas para dar cabida a dichas prácticas y al examen. Estas prácticas se realizan en un aula de informática, por grupos pequeños de 4 ó 5 alumnos, siendo el grupo estable hasta el final de las prácticas, ya que la realización del examen cooperativo se organizará en base a estos grupos. Tradicionalmente dichos grupos se formaban de forma aleatoria y la evaluación se realizaba sólo con un informe de prácticas resuelto con el SIG. Actualmente, para conformar los grupos se realiza un cuestionario de forma que se distribuyen perfiles más o menos avanzados por los grupos, distribuyéndolos de forma uniforme. Este cuestionario se basa sólo en preguntas teóricas de los bloques iii y iv.

Esta distribución tiene como objetivo que los alumnos más avanzados puedan apoyar técnicamente a los restantes participantes del grupo, con la finalidad de que ningún alumno quede descolgado, cooperando todos en la formación de todos. Los alumnos más avanzados son considerados como tutores del grupo, para dar apoyo técnico a los restantes componentes del grupo de forma similar al trabajo llevado a cabo por Cadoche (2007).

Cada grupo tendrá que responder a la resolución de un reto durante las prácticas, siguiendo la metodología del aprendizaje basado en proyectos cooperativos. En este caso, el reto es la generación de cartografía temática de un incendio gracias al uso de información abierta como imágenes de satélite provistas por Sentinel 2 del programa Copernicus de la Unión Europea, e información provista por el Instituto Geográfico Nacional como los Modelos Digitales del Terreno o las Bases Topográficas Nacionales. Para resolver dicho caso de uso deberán usar las tecnologías aprendidas en los bloques Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. La herramienta software usada para resolver dichos casos de uso será QGIS 3.22 (2023), última versión estable, donde los alumnos se apoyarán principalmente en los algoritmos de análisis geoespacial, en el cálculo de índices de vegetación con la calculadora ráster y en la reclasificación de imágenes. La elección de dicho software SIG se realizó debido a que QGIS es un software libre y de código abierto que los alumnos pueden utilizar en sus propios ordenadores, facilitando así que

se sientan cómodos y que aprendan a usar un software que podrán utilizar a nivel profesional sin necesidad de adquirir licencias que el caso de otros softwares SIG pueden tener un precio elevado.

Las prácticas que se imparten durante estas sesiones se organizan de manera que se vaya resolviendo de manera parcial y consecutiva el caso de uso. Por tanto, la realización de dichas prácticas les permite a los alumnos resolver su caso de uso y posteriormente, el examen final cooperativo. Las prácticas están compuestas por dos bloques: uno de análisis geoespacial y otro de teledetección. El primer bloque de análisis geoespacial se puede dividir asimismo en los siguientes sub-bloques: i) Práctica de iniciación en los Sistemas de Información Geográfica, ii) Práctica de análisis de datos Ráster, iii) Práctica de análisis de datos vectoriales y iv) Diseño de Mapas. Con este primer bloque los alumnos se familiarizan con el manejo del software SIG y los diferentes tipos de datos que pueden usarse en el mismo. El segundo bloque de Teledetección está compuesto por i) Visualización, corte, mosaico, paletas de color y ajuste del contraste de imágenes satelitales, ii) Filtros, Parámetros físicos, iii) Correcciones geométricas y atmosféricas, iv) Índices de Vegetación y Clasificación digital de Imágenes. En este segundo bloque, los alumnos aplican los conceptos básicos de teledetección aprendidos en las lecciones magistrales.

La última práctica consiste finalmente en el examen cooperativo, donde los alumnos, organizados en los grupos creados al comienzo de las prácticas, tienen que resolver un caso de uso similar al resuelto durante las sesiones anteriores, usando un ordenador y el Software QGIS. El examen tiene una duración de 3 horas y comienza a realizarlo un alumno por cada grupo, elegido por sorteo. La nota obtenida por dicho alumno será la que obtenga el grupo completo. De forma puntual, se podrá por parte del profesor, permitir ayuda por parte de otro alumno del grupo, durante un máximo de 5 minutos para la consulta de dudas sobre la resolución de algún aspecto del problema propuesto. La evaluación cooperativa como metodología activa, promueve la ayuda en beneficio del grupo, siendo de vital importancia que todos adquieran unos conocimientos mínimos para pasar con éxito el reto, ya que desconocen el alumno del cual dependerá su evaluación.

#### 4. RESULTADOS

Durante los cursos 2020-21 y 2021-22 las prácticas fueron iguales a las citadas anteriormente, y se plantearon exámenes con casos de uso similares, pero el método de evaluación siguió una metodología tradicional, las notas permanecieron estables. En dichas anualidades, la evaluación se ha obtenido mediante informes de prácticas y una práctica final resuelta en grupo, como trabajo realizado en casa, donde se han obtenido unas calificaciones medias de 5.88 y 6, para 13 y 24 alumnos, abandonando la asignatura cada anualidad 2 y 6 alumnos respectivamente (Tabla 2).

**TABLA 2.** *Tabla resumen con las evaluaciones de las tres últimas anualidades*

	<b>Nota media</b>	<b>Nota máxima</b>	<b>Nota Mínima</b>	<b>Abandonos</b>	<b>Nº Alumnos</b>
2020-21	5.88	7	5	2	13
2021-22	6	7.6	5	6	24
2022-23	7.27	9.5	5	0	27

Cuando la evaluación ha sido cambiada, la nota media ha subido un 21,17 % con respecto al curso 2021-22, y un 23,64 % con respecto al curso anterior. En cuanto a la nota mínima, esta ha permanecido estable durante todos los cursos. La nota máxima ha experimentado, al igual que la media, una subida considerable. En cuanto a la cantidad de abandonos de la asignatura, se ha pasado de unas tasas de abandono del 15,38 % y del 25 % a una tasa del 0 %.

La nota se calculaba en base a una rúbrica definida por cada bloque temático, donde el bloque de Teledetección y SIG tenían cada uno el 50% de la nota del examen. Cada bloque contaba con 2 problemas a resolver, obteniendo los alumnos el 63,4 % de la nota gracias a la resolución de los problemas de Teledetección y el 36,6 % de la misma gracias a la resolución de los problemas SIG.

Durante el examen hubo dos grupos que pasados 90 minutos no habían resuelto el 50% del examen, por tanto, se introdujo a dos participantes

de forma continua hasta el final del examen a los 90 y 120 minutos respectivamente. Quedó un alumno en ambos grupos que no realizó el examen siendo ambos los que han obtenido la menor nota de todos los grupos, 5.

## 5. DISCUSIÓN

La anualidad 2022-23, en la que se aplicó la metodología de proyectos y exámenes cooperativos, ha sido la que mejores resultados ha presentado, tanto en abandonos, como en notas medias y máximas. Es reseñable que el curso en el que se aplicaron técnicas de aprendizaje cooperativo ha sido la anualidad que ha contado con más alumnos, y sin embargo, pese a existir una mayor probabilidad de abandonos, ningún alumno ha abandonado la asignatura, aprobando todos los alumnos las prácticas de la misma.

El bloque temático perteneciente a Teledetección ha obtenido unos resultados superiores al bloque SIG. En principio este indicativo se puede deber a que los resultados que ofrece la Teledetección son mucho más llamativos visualmente para los alumnos y muy fácilmente interpretables con una curva de aprendizaje baja, lo que podría hacer que los alumnos se motiven más con este bloque. El bloque de SIG necesita de un conocimiento mucho más profundo para obtener unos resultados atractivos, lo que podría hacer que los alumnos se vuelquen más sobre la parte visual. Se necesitarán más anualidades para validar esta tendencia.

Pese a los buenos resultados finales obtenidos, durante el desarrollo de la asignatura aparecieron problemas que ha habido que resolver entre los tutores del grupo y el profesor de prácticas de la asignatura, debido al estrés que le ocasiona a los alumnos tener la responsabilidad de conseguir la nota de los restantes compañeros del grupo. En los siguientes párrafos se reflejan los incidentes más importantes que se dieron durante el curso.



### INCIDENTE 1

Un alumno está estresado porque la nota del grupo podría depender de él si sale elegido y considera que está en un grupo dónde sus compañeros podrían exigirle una nota muy alta, lo que le provoca estrés y pide cambiar de grupo al profesor, ya que considera que él no tiene el mismo nivel que sus compañeros. Tras reunirse con el profesor y el tutor del grupo, se le traslada que el hecho de formar parte de un grupo con alumnos avanzados lo tiene que ver como una oportunidad de aprender más, de avanzar más, y de conocer e interactuar con nuevos compañeros con altas capacidades que le pueden permitir mejorar sus habilidades futuras. Finalmente, el alumno accede, se integra en el grupo y continúa sin problemas las prácticas.

### INCIDENTE 2

Un alumno pretende abandonar la asignatura por la complejidad de la misma y porque no le atrae el uso de herramientas Software. Debido a ello considera que no va a dedicar el mismo tiempo que a otras asignaturas. Este alumno indica que sus compañeros no deben verse arrastrados por su posible nota en el examen cooperativo al no motivarle la asignatura. Tras hablar con el profesor, se le explica que las nuevas tecnologías son el presente y el futuro, y que cualquier tipo de proyecto en los que trabaje necesitará del uso de este tipo de herramientas para la generación de cartografía o mapas temáticos. Se le muestran resultados de proyectos reales dónde es necesario de forma parcial o completa el uso de dichas herramientas. Finalmente, reconsidera su planteamiento inicial y continúa con el desarrollo normal de la asignatura.

### INCIDENTE 3

Uno de los grupos de alumnos se muestra contrario a la implantación de la evaluación conjunta, indicando que es injusto que la nota de un compañero se traslade a todo el grupo. Se les comenta que efectivamente el objetivo es que todos los alumnos adquieran un nivel similar y que se intenta que aprendan a colaborar y formarse entre ellos. Se les explica que en las empresas la formación y las ayudas puntuales entre compañeros son muy comunes y que lo deben ver como un aprendizaje hacia una futura incorporación en el mercado laboral.

#### INCIDENTE 4

Debido al estrés del examen cooperativo final, los alumnos que se muestran con más escepticismo ante dicha metodología, consultan con la coordinadora del Grado si esta evaluación es posible. Tras tratarlo entre Profesor y Coordinadora, se les explica a los alumnos que esta evaluación está recogida en la guía docente, que está aprobada por el Consejo de Departamento de Ingeniería Gráfica y Geomática y por la Escuela de Ingeniería de Agrónomos y Montes y que es una evaluación válida donde también se evalúa la competencia de colaboración y trabajo en grupo, competencia objetivo del Plan Bolonia.

Estos incidentes han sido los principales, dos provocados por alumnos y dos provocados por grupos, dónde cada uno ha planteado un problema distinto y se ha resuelto de forma distinta. Esto ha ocurrido sólo en una anualidad y, gracias a la ayuda de los tutores del grupo, coordinador del grado y profesor, todos los incidentes se resolvieron satisfactoriamente. La resolución de dichos incidentes año tras año ayudará a un mejor enfoque de la asignatura para prevenirlos siempre que sea posible. Esta metodología provoca mucha más controversia que la evaluación tradicional a la que está acostumbrado el alumnado y necesita de un período de adaptación. En todo momento, como argumento hacia los alumnos se les ha trasladado que la cooperación entre compañeros es una de las habilidades más valoradas en las grandes empresas con grupos de trabajo multidisciplinares.

Un problema que no se ha podido analizar durante esta anualidad, ocurre cuando los alumnos no comunican su disconformidad y abandonan la asignatura sin comentarlo con los compañeros de grupo, tutor de grupo o profesor. Para este tipo de alumnos, será necesario realizar seguimiento de asistencia y en cuanto se detecten varias faltas continuadas, ponerse en contacto con ellos para analizar el problema y su posible solución.

Desde el punto de vista del docente, la metodología presentada exige más esfuerzo que la tradicional, ya que es necesario más trabajo de coordinación y de mediación. A esto hay que añadirle que para la creación de los grupos se utilizó un cuestionario de cara a organizar a los alumnos en base a sus conocimientos, lo que implica que el docente también tuvo

que dedicar tiempo a la creación y evaluación de dicho cuestionario. En cuanto a recursos económicos o materiales, la metodología aplicada no exigió más financiación o equipamiento que la tradicional, por lo que puede ser implementada en cualquier centro de enseñanza sin condicionantes de tipo económico.

La anualidad 2022-2023 ha sido un éxito principalmente por el aumento de notas y la disminución de abandono de la asignatura o estudios, grave problema al que se enfrentan la sociedad y las universidades. Si bien una anualidad no es suficiente para evaluar la mejora en la evaluación gracias a esta metodología cooperativa, resulta significativo que ningún alumno haya abandonado. Dicha metodología se mantendrá en vigor los próximos años, y se seguirá analizando y evolucionando para dar respuesta a lo que se exige como sociedad. Algunas de las propuestas de mejora y evaluación para próximos cursos son las siguientes:

1. Realización de encuestas anónimas para que los alumnos evalúen la metodología y propongan posibles vías de mejora.
2. Estudio de la influencia del método de agrupación de los alumnos: por resultados, al azar, por afinidad personal...
3. Expansión de la metodología a los bloques i y ii de la parte práctica de la asignatura.

## 6. CONCLUSIONES

La implantación de nuevas metodologías activas de enseñanza y evaluación cooperativa mediante SIG en la parte práctica de una asignatura del grado de Ingeniería Forestal dio lugar en el curso analizado a un decremento en el abandono y una mejora en la nota media de los alumnos. Es importante que los docentes ayuden a impedir el abandono de los alumnos de ingeniería para que las universidades puedan responder al aumento de demanda de dichos perfiles que exige el mercado empresarial.

Futuros trabajos se centrarán en la aplicación de la metodología aquí presentada durante más cursos académicos, en la realización de encuestas anónimas para que los propios alumnos evalúen la metodología, y en

el estudio de la influencia de diferentes formas de conformar los grupos para el trabajo en equipo.

## 7. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento por la colaboración en esta experiencia de innovación docente a los alumnos del grado de Ingeniería Forestal en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes de la Universidad de Córdoba.

## 8. REFERENCIAS

- Cantero Vicente, M. P., & López Alacid, M. P. (2011). La formación colaborativa en la educación superior: Un reto en el contexto educativo. En *El trabajo colaborativo como indicador de calidad del Espacio Europeo de Educación Superior* (pp. 151-164). Marfil.
- Cruz, A., & Benito Capa, A. (2005). *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Narcea.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=7614>
- Instituto Nacional de Empleo. (2023). *INEbase / Mercado laboral / Otras operaciones de mercado laboral / Encuesta de inserción laboral de titulados universitarios / Últimos datos*. INE.  
[https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&c id=1254736176991&menu=ultiDatos&idp=1254735976597](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&c id=1254736176991&menu=ultiDatos&idp=1254735976597)
- Martínez Hernández, C. (2021). *Facilitar la enseñanza/aprendizaje de Geografía Física jugando con el ordenador: SIG de licencia gratuita*. Editum. Ediciones de la Universidad de Murcia.
- Ministerio de Universidades. (2022). *Datos y cifras del Sistema Universitario Español. Publicación 2021-2022*. (p. 132). Ministerio de Universidades.  
[https://www.universidades.gob.es/wp-content/uploads/2022/11/Datos\\_y\\_Cifras\\_2021\\_22.pdf](https://www.universidades.gob.es/wp-content/uploads/2022/11/Datos_y_Cifras_2021_22.pdf)
- Prieto, A., Díaz, D., Monserrat, J., Villarroel, M., Sanchez, M. A., Reyes, E., Alvarez Mon, M., & Hernandez-Fuentes, M. (2007). Demostración de la utilidad de una nueva modalidad de aprendizaje basado en problemas, el ABP 4x4 para desarrollar competencias transversales y profesionales valiosas en estudiantes de Biología. En *Experiencias de innovación docente en la Universidad de Alcalá* (pp. 261-280). Universidad de Alcalá.
- Tomlin, C. D. (1990). *Geographic information systems and cartographic modelling*. Prentice Hall.

# ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE LA ASIGNATURA “ELEMENTOS PREFABRICADOS” Y PROPUESTA DE APRENDIZAJE REFORZADO BASADO EN TALLERES DE SIMULACIÓN DE PROYECTOS

---

MARÍA LOURDES JALÓN RAMÍREZ  
*Universidad de Granada (España)*

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. RESEÑA HISTÓRICA

Los prefabricados de hormigón existen desde hace tanto tiempo como el propio hormigón. Alrededor del año 1300 a.C., los constructores de Oriente Medio descubrieron cómo hacer un revestimiento modular duro similar al cemento cubriendo sus casas de arcilla con piedra caliza quemada, el precursor del cemento moderno.

Pocos siglos después, los romanos empezaron a mezclar piedra caliza triturada y otras rocas blandas con arena y agua para crear una primera forma de hormigón. El vertido de este hormigón en moldes o formas de madera ayudó a formar los elementos constructivos de los intrincados sistemas de acueductos que requerían precisión de medidas y durabilidad de la construcción.

A pesar de estos primeros usos, el hormigón prefabricado no se popularizó en gran parte de Europa Occidental y Norteamérica hasta principios del siglo XX. Justo antes de la Primera Guerra Mundial, el ingeniero municipal británico John Alexander Brodie patentó el proceso de construcción de edificios con paneles prefabricados de hormigón, lo que entonces era una innovación pionera en la construcción. La tecnología de la construcción prefabricada se extendió aún más a partir del fin de la Segunda Guerra Mundial, como consecuencia de la necesidad de

reconstruir de forma rápida y eficiente los barrios y ciudades que quedaron devastados. Sin embargo, hablar de la historia de la prefabricación moderna, entendida como la tecnología de fabricación de elementos prefabricados estructurales, es equivalente a hablar de la historia del material estructural que ha hecho posible la extensión de esta tecnología: el hormigón pretensado. Cabe mencionar un dato que apoya lo anterior: en EEUU, aproximadamente dos tercios del acero producido para hormigón pretensado es usado por la industria de la prefabricación (Collins & Mitchell, 1991).

El hormigón pretensado empezó a aplicarse en estructuras gracias al ingeniero francés Eugène Freyssinet (1879-1962), que fue el primero en establecer las bases del pretensado, estableciendo su patente en 1928. Este ingeniero comenzó a incluir cables de acero de alta resistencia en vigas, que una vez fraguadas, tensaba para producir una compresión permanente en estas vigas. Anteriormente se habían producido varios intentos para materializar esta técnica de “precompresión” del hormigón, pero sin éxito. Una vez precomprimido, el hormigón experimenta un proceso continuo de acortamiento denominado fluencia, que unido al proceso natural de retracción del hormigón como consecuencia de la continua pérdida de humedad, genera acortamientos y por tanto una pérdida relativa de la fuerza inicial de pretensado aplicada. En los primeros intentos para materializar la idea original del hormigón pretensado se usaron barras de acero estándar, sin embargo, estos acortamientos llegaban a producir la pérdida de la práctica totalidad de la fuerza de pretensado. Fue Freyssinet con la introducción de aceros de alto límite elástico el que consiguió por primera vez que, una vez descontadas las pérdidas por fluencia y retracción, quedara una fuerza de pretensado remanente de entidad suficiente como para permitir que todas las secciones de la pieza se mantuvieran comprimidas en servicio.

En España el gran impulsor del pretensado fue el ingeniero Eduardo Torroja (1899-1961). En 1952 funda junto con Freyssinet la Federación Internacional del Hormigón Pretensado (FIP) y sustituye, en 1958, a Freyssinet en la presidencia de dicha federación cargo que ocupó hasta su muerte en 1961. Durante su mandato al cargo de la FIP, Eduardo Torroja fomentó la creación del Comité Mixto FIP-CEB (Comité Europeo

del Hormigón), influyendo decisivamente en la orientación de la nueva normativa europea sobre el proyecto y construcción de estructuras de hormigón armado y pretensado. Además, Eduardo Torroja realizó una intensa labor de docencia del hormigón armado y pretensado en la entonces Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid.

Durante el siglo XX y XXI, con la creación de nuevas Escuelas de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, la materia de Edificación Prefabricada o Elementos Prefabricados, así como las materias de las que emana (Hormigón Armado y Pretensado, Teoría de Estructuras y Análisis de Estructuras) se han extendiendo dentro de los programas formativos de las universidades y hoy día son materias obligatorias en la formación en Ingeniería Civil en España, según la orden CIN/307/2009<sup>1</sup>.

## 1.2. ELEMENTOS PREFABRICADOS.

La asignatura de Elementos Prefabricados se incluye en el módulo de Tecnología Específica de Construcciones Civiles dentro del Grado en Ingeniería Civil. Esta materia capacita al alumno en la tecnología de la prefabricación, y es considerada una materia de tipo tecnológica en los currículos de las titulaciones de grado en Ingeniería Civil, Máster en Ingeniería de Caminos Canales y Puertos, así como otras titulaciones referentes a profesiones en las que la construcción, diseño y análisis de edificios y construcciones civiles forman parte de las competencias profesionales, como la Ingeniería Industrial, Ingeniería Agrónoma, Ingeniería de Montes, así como Arquitectura.

En el caso que nos ocupa, la Edificación y Prefabricación forma parte del catálogo de materias obligatorias de las titulaciones del Grado en Ingeniería Civil y del Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, tal y como establece las respectivas órdenes ministeriales que regulan las enseñanzas conducentes a profesiones habilitantes como la Ingeniería Técnica en Obras Públicas o la Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.

---

<sup>1</sup> <https://www.boe.es/boe/dias/2009/02/18/pdfs/BOE-A-2009-2736.pdf>

Así la orden ministerial CIN/307/2009, en su Art. 5 establece que los estudios de Ingeniería Civil deben contemplar módulos de asignaturas/materias, de forma que queden cubiertas una serie de competencias (establecidas en el Apartado 2.2.3), que en lo referente a la prefabricación son las siguientes:

- Competencia General CG1: Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.
- Competencia General CG2: Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico y legal que se plantean en la construcción de una obra pública, y capacidad para emplear métodos contrastados y tecnologías acreditadas, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia en la construcción dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública.
- Competencia específica CE09: Capacidad para aplicar los conocimientos de materiales de construcción en sistemas estructurales. Conocimiento de la relación entre la estructura de los materiales y las propiedades mecánicas que de ella se derivan.
- Competencia específica CE10: Capacidad para analizar y comprender cómo las características de las estructuras influyen en su comportamiento. Capacidad para aplicar los conocimientos sobre el funcionamiento resistente de las estructuras para dimensionarlas siguiendo las normativas existentes y utilizando métodos de cálculo analíticos y numéricos.
- Competencia específica CE12: Conocimiento de los fundamentos del comportamiento de las estructuras de hormigón armado y estructuras metálicas y capacidad para concebir, proyectar, construir y mantener este tipo de estructuras.



- Competencia específica CE19: Conocimiento de la tipología y las bases de cálculo de los elementos prefabricados y su aplicación en los procesos de fabricación.
- Competencia específica CE21: Conocimiento sobre el proyecto, cálculo, construcción y mantenimiento de las obras de edificación en cuanto a la estructura, los acabados, las instalaciones y los equipos propios.

Todas las competencias específicas citadas anteriormente hacen referencia al campo de conocimiento de la Ingeniería Estructural, del que emanan los Elementos Prefabricados. Particularmente la CE19 hace mención expresa al Conocimiento de la tipología y las bases de cálculo de los elementos prefabricados y su aplicación en los procesos de fabricación.

Esta referencia a las competencias se hace aquí para indicar que, en lo referente a esta asignatura dentro del Grado en Ingeniería Civil, que da acceso a una profesión regulada por la orden CIN/307/2009, esta orden es explícita en cuanto al currículo a exigir para la misma. Por tanto, el análisis y propuesta del taller de simulación de proyectos de este trabajo científico en el contexto de esta asignatura se debe adecuar ineludiblemente a la citada norma.

### 1.3. ANÁLISIS DE LA ASIGNATURA EN DISTINTAS UNIVERSIDADES.

Para esta asignatura, se ha realizado un análisis de su contenido en diversas universidades extranjeras fuera y dentro del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)<sup>2</sup> así como universidades nacionales, exponiéndose los resultados en las secciones siguientes.

#### 1.3.1. Universidades Extranjeras fuera del EEES

Se han considerado como universidades extranjeras de referencia las siguientes universidades norteamericanas, comúnmente clasificadas entre las 10 mejores de EEUU y del mundo en Ingeniería Civil:

---

<sup>2</sup> <https://education.ec.europa.eu/es>

- Universidad de California-Berkeley (EE.UU).
- University of Illinois Urbana-Champaign (EE.UU).
- Instituto Tecnológico de Massachusetts (EE.UU).

#### Universidad de California-Berkeley

En esta universidad, la materia de Prefabricación es impartida en los módulos CIVENG 246-001 Prestressed Concrete Structures<sup>3</sup>. Se presenta a continuación los puntos del temario impartido:

- Comportamiento y diseño de estructuras de hormigón pretensado estáticamente determinadas bajo efectos de momento flector, cortante, torsión y carga axial.
- Diseño de vigas, pórticos, losas y cascos continuos de hormigón pretensado.
- Efectos dependientes del tiempo y deflexiones de estructuras de hormigón pretensado.
- Aplicaciones al diseño y construcción de puentes y edificios.

#### University of Illinois Urbana-Champaign

En esta universidad, la materia de Elementos Prefabricados es impartida principalmente en el módulo CEE 468 OL3 - Prestressed Concrete<sup>4</sup>, con el siguiente temario:

- Criterios de resistencia.
- Comportamiento y diseño de miembros y estructuras de hormigón pretensado, con énfasis en construcción prefabricada.
- Coordinación entre técnicas de diseño y construcción con hormigón pretensado.

---

<sup>3</sup> <https://classes.berkeley.edu/content/2022-spring-civeng-246-001-lec-001>

<sup>4</sup> <https://www.online.uillinois.edu/catalog/CourseDetail.asp?CourseID=32586>

## Massachusetts Institute of Technology

En el Instituto Tecnológico de Massachusetts, reconocido habitualmente como la mejor universidad mundo en diferentes rankings, los estudios de Ingeniería Civil son de nivel máster. En tales estudios, la materia de Elementos Prefabricados se encuentra englobada en varias asignaturas de la especialidad **de estructuras, entre las cuales se encuentra** (1.054)

*Mechanics and Design of Concrete Structures*<sup>5</sup> y (1.562) *Structural Design Project I*<sup>6</sup>:

- (1.562) Diseño conceptual y el análisis estructural avanzado de estructuras de gran luz,
- (1.562) sistemas estructurales y métodos de construcción de estructuras de gran luz,
- (1.054) Análisis de estructuras determinadas e indeterminadas (cerchas, vigas, marcos, cables y arcos).
- (1.054) Propiedades mecánicas de los materiales de construcción, incluyendo el hormigón, el acero y los materiales compuestos.
- (1.054) estructuras de hormigón y acero mediante la aplicación de los principios de la mecánica estructural.
- (1.054) comportamiento y diseño de elementos estructurales de hormigón armado y pretensado
- (1.054) diseño de miembros estructurales de hormigón y acero, y conexiones

### 1.3.2. Análisis de la asignatura en universidades extranjeras del EEES

En este apartado, se analizarán los programas de la asignatura Elementos Prefabricados del grado en Ingeniería Civil en las tres primeras universidades europeas en Ingeniería Civil, según el ranking de Shangai.

---

<sup>5</sup> <http://catalog.mit.edu/subjects/1/>

<sup>6</sup> <http://catalog.mit.edu/subjects/1/>

- ETH Zúrich (Suiza)
- Politécnico de Milán (Italia)
- Imperial College (Reino Unido)

Instituto Tecnológico Federal de Zúrich (ETH Zürich, Suiza)

En el politécnico Federal de Zúrich (ETH Zürich), la materia de Elementos Prefabricados se encuentra representada por la asignatura (101-0523-00L) “Industrialized Construction”<sup>11</sup> de nivel Máster. Además, parte de la materia que se imparte en el Grado de Ingeniería Civil de la UGR está englobada en algunas asignaturas de nivel Máster de la especialidad de estructuras del ETH Zürich, entre las que se destaca (101-0127-00L) Advanced Structural Concrete<sup>12</sup> y (1.562) Structural Design Project I<sup>13</sup>. En resumen, los contenidos de esta materia en ETH Zürich serían:

- (101-0523-00L) Planificación y control de los procesos de prefabricación
- (101-0523-00L) Sistemas técnicos desarrollados de prefabricación y uso de las TIC;
- (101-0523-00L) Transporte y logística de elementos prefabricados
- (101-0523-00L) Tendencias futuras en construcción prefabricada (fabricación digital y Prefabricación 4.0)
- (101-0127-00L) Fundamentos de hormigón pretensado
- (101-0127-00L) Placas y vigas pretensadas
- (101-0127-00L) Efectos reológicos en el hormigón pretensado

## Politécnico de Milán (Italia)

En el Politécnico de Milán, la materia de Elementos Prefabricados se encuentra representada por la asignatura (094801) “Precast Structures”<sup>14</sup> de nivel Máster. Los contenidos de esta materia en el Politécnico de Milán son:

- (094801) Concepto de industrialización de la construcción. Situación actual y perspectivas de futuro.
- (094801) Principios generales de diseño. Durabilidad estructural. Tolerancias de diseño. Control de calidad. Nuevos materiales.
- (094801) Estructuras prefabricadas: Tipologías constructivas y sistemas de arriostramiento.
- (094801) Vigas prefabricadas: tipologías, requisitos de diseño, detalles estructurales. Estabilidad lateral de vigas de gran canto.
- (094801) Pilares prefabricados, uniones viga-columna, ménsulas cortas.
- (094801) Forjados: alveolares, nervados y elementos especiales de cubierta.
- (094801) Paneles de fachada: tipología y cálculo.
- (094801) Edificios de una y varias plantas: esquemas estáticos planos y espaciales; juntas horizontales y verticales.
- (094801) Cimentaciones e infraestructuras: cimentaciones prefabricadas, problemas de cimentación in situ.
- (094801) Comportamiento multiaxial en compresión del hormigón pretensado: resultados experimentales y modelos constitutivos.

## Imperial College London (Reino Unido)

Finalmente, en el Imperial College London, los contenidos de la asignatura Elementos Prefabricados se imparten fundamentalmente en el

Máster de Estructuras de Hormigón bajo la asignatura (CIVE97006)-  
Prestressed Concrete15. Los contenidos son mostrados a continuación.

- (CIVE97006) Tecnología de pretensado: Productos y tecnologías de acero para el pretensado (cordones, tendones, barras); Sistemas de anclaje, conductos, acopladores; Requisitos tecnológicos para el pretensado; Tecnología de pretensado exterior.
- (CIVE97006) Análisis estructural de estructuras pretensadas estáticamente determinadas.
- (CIVE97006) Análisis estructural de estructuras pretensadas estáticamente indeterminadas, incluyendo: Fuerzas internas primarias, secundarias y totales, y fuerzas internas debidas al pretensado.
- (CIVE97006) Diseño de estructuras pretensadas: Ecuaciones para el diseño de estructuras de hormigón pretensado; Diagramas de Magnel; Relación entre la eficiencia de la sección y la cantidad de pretensado.

### 1.3.3. Análisis de la asignatura en Universidades Españolas

De forma similar a lo analizado para las universidades extranjeras, se considerarán las tres primeras universidades españolas en la materia Ingeniería Civil según el ranking the Shanghai:

- Universidad Politécnica de Madrid
- Universidad Politécnica de Cataluña
- Universidad Politécnica de Valencia

## Universidad Politécnica de Madrid, UPM

En la Universidad Politécnica de Madrid, la materia de Elementos Prefabricados es impartida en el Grado en Ingeniería Civil y Territorial, y se encuentra englobada la asignatura denominada Edificación y Prefabricación (7,5 ECTS), siendo asignatura específica de la especialidad de Construcciones Civiles. Los contenidos son mostrados a continuación:

- Prefabricación: Conceptos generales. Tolerancias. Instalaciones y procesos de prefabricación.
- Cálculo, fabricación, unión y montaje de elementos prefabricados.
- Naves industriales. Edificios y elementos de fachada.
- Construcción y montaje de edificios y puentes prefabricados.

## Universidad Politécnica de Cataluña, UPC

Al igual que en la UPM, en la Universidad Politécnica de Madrid, la materia de Elementos Prefabricados es impartida en el Grado en Ingeniería Civil y Territorial, y se encuentra englobada la asignatura denominada Edificación y Prefabricación (7,5 ECTS), siendo asignatura específica de la especialidad de Construcciones Civiles. Los contenidos son:

- Prefabricación: El hormigón prefabricado.
- Consideraciones sobre fabricación, transporte y montaje.
- Principales elementos y técnicas.
- Aplicaciones del prefabricado en obra civil.

## Universidad Politécnica de Valencia, UPV

Finalmente, en la Universidad Politécnica de Valencia, la materia de Elementos Prefabricados está representada por la asignatura obligatoria Construcción Industrializada de 4,5 ECTS. Los contenidos son mostrados a continuación.

- Construcción e industria. Conceptos básicos. Evolución histórica del proceso industrializador. Evolución del proceso industrializador en España. La evolución hacia la industria. La racionalización de procesos. Los prefabricados. Los elementos industriales. Los retos de la construcción dentro de los objetivos de desarrollo del milenio de Naciones Unidas.
- Introducción a los prefabricados de hormigón. Características y aplicaciones. Sistemas de prefabricación. Sistemas de prefabricación con elementos lineales. Uniones. Ejemplos. Sistemas de forjados prefabricados. Integridad estructural. La fabricación el transporte y el montaje de elementos prefabricados.
- La madera en la construcción. Características básicas de la construcción con madera. Elementos transformados. Aplicaciones. Ejemplos. La madera en la construcción. Análisis estructural. Comportamiento ante el fuego. Durabilidad.
- Los plásticos en la construcción. Tipos y aplicaciones. Aspectos medioambientales. Materiales compuestos. Ejemplos.

Se observa que, en las tres universidades norteamericanas analizadas, la materia de Elementos Prefabricados está incluida dentro de la materia “Hormigón Pretensado”, en forma de módulos dedicados al diseño de elementos prefabricados pretensados, o dentro de módulos de diseño estructural avanzado (normalmente, en estudios de Posgrado). Esta es una diferencia relevante con los contenidos de las asignaturas en las Escuelas de Ingeniería Civil españolas, fundamentalmente orientadas al cálculo, y menos al diseño y a la concepción estructural.

## 2. OBJETIVOS

Del análisis previo del contenido de la asignatura en varias universidades entre las mejores del mundo en Ingeniería Civil, se observa que las Escuelas de Ingeniería Civil españolas presentan un contenido fundamentalmente orientado a aspectos constructivos y de materiales y menos al diseño.



En este sentido, se propone como innovación la incorporación de un “taller de simulación de proyectos” en la asignatura de Elementos Prefabricados impartida en el Grado de Ingeniería Civil de la Universidad de Granada (UGR), cuyo objetivo es reforzar las competencias de diseño y cálculo de elementos estructurales prefabricados de hormigón armado o pretensado. Además, se pretende que los estudiantes adquirieran las competencias específicas propuestas para la materia, resumidamente, entender, aplicar, analizar, evaluar y crear, mediante la actividad docente propuesta.

### 3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo metodológico de esta investigación, en primer lugar, se plantea el alineamiento constructivo (Biggs and Tang, 2007), definiendo los objetivos de aprendizaje, las actividades de enseñanza y los métodos de evaluación de forma coherente para mejorar el aprendizaje del estudiante.

#### 3.1. ALINEAMIENTO CONSTRUCTIVO

##### 3.1.1. Resultados de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje se definen siguiendo la Taxonomía de Bloom (Armstrong, 2010) y son los siguientes:

- (R1) Concebir la tipología estructural adecuada a la problemática concreta a solucionar.
- (R2) Diseñar y calcular elementos estructurales prefabricados de hormigón armado o pretensado. Aplicar programas de cálculo de estructuras.
- (R3) Diseñar detalles de armado en elementos estructurales prefabricados.
- (R4) Evaluar los resultados en Estados Límite Últimos y Estados Límites de Servicio.
- (R5) Crear el Informe Técnico.

### 3.1.2. Actividades de enseñanza y aprendizaje

Con el objetivo de abarcar los distintos estilos de aprendizaje (activo, reflectivo, teórico y pragmático), se proponen las siguientes actividades de aprendizaje y enseñanza en el trabajo-taller:

- Power point. Esta actividad está destinada al estilo de aprendizaje reflector y teórico.
- Programa de cálculo de estructuras. Esta actividad está destinada al estilo de aprendizaje pragmático.
- Supervisión individual en clase o tutorías. Esta actividad está destinada al estilo de aprendizaje reflector.
- Preguntas. Esta actividad está destinada al estilo de aprendizaje reflector.

### 3.1.3. Métodos de evaluación

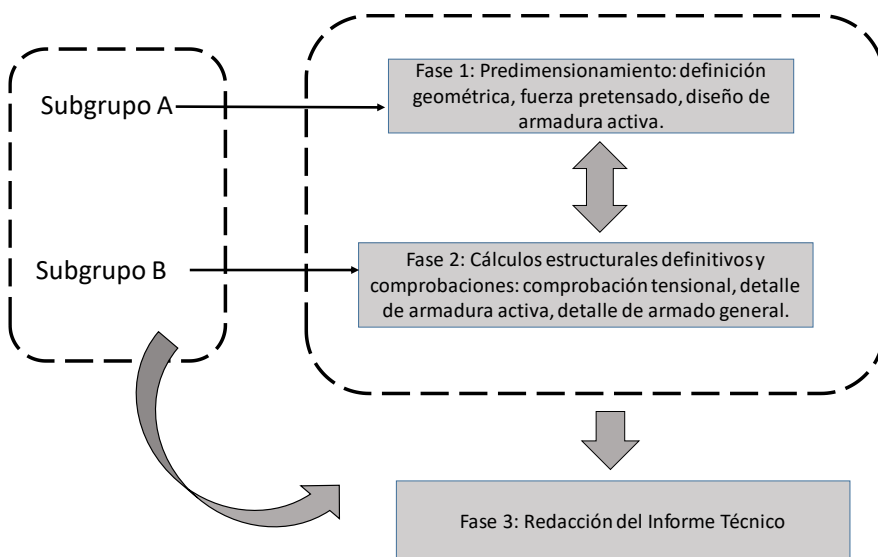
Los resultados de aprendizaje pueden ser evaluados en base a los siguientes indicadores de logro:

- (I1) Conoce las tipologías de elementos prefabricados más adecuadas para el problema concreto a resolver, así como los métodos de fabricación y construcción (R1).
- (I2) Aplica las leyes estructurales con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico (R1, R2).
- (I3) Conoce y aplica adecuadamente la normativa de hormigón armado y pretensado para el diseño de detalles de armado (R2, R3).
- (I4) Interpreta los resultados de cálculo y demuestra capacidad de juicio para la selección de las herramientas teóricas y prácticas necesarias (R4).
- (I5) Redacta la información más importante en el Informe Técnico (R5).

### 3.2. PROPUESTA DE TRABAJO-TALLER

Finalmente, basándose en el alineamiento constructivo, se propone un trabajo-taller de un proyecto real de un elemento prefabricado, en el que los alumnos trabajen en subgrupos especializados por tareas y por fases, simulando una situación real de proyecto de ingeniería. Concretamente, un subgrupo de alumnos desarrollará tareas relacionadas con la recopilación y análisis de datos previos y predimensionamientos (Fase1), mientras que otro subgrupo realizará cálculos estructurales definitivos y comprobaciones, estando ambas fases conectadas y retroalimentadas. Finalmente, todos contribuyen en la gestión del proyecto (control de tiempos, replanificación, etc.), así como en la redacción del Informe Técnico (Fase3). La Figura 1 representa la metodología planteada.

**FIGURA 1.** Metodología para la simulación de una situación real de proyecto.



Fuente: elaboración propia

## 4. RESULTADOS

El trabajo-taller de simulación de proyectos se implanta en la asignatura Elementos Prefabricados, que es una materia tecnológica de 3 ECTS que se cursa en 4º curso del Grado en Ingeniería Civil de la UGR (en la

especialidad Construcciones Civiles), lo cual significa que no solo proporciona los conceptos referentes al cálculo de elementos prefabricados, sino que también proporciona métodos para que el alumno adquiriera las capacidades de diseño, construcción y mantenimiento de elementos estructurales prefabricados.

La planificación docente en la asignatura Elementos Prefabricados se resume en la tabla siguiente:

**TABLA 1.** Planificación de la actividad docente en la asignatura Elementos Prefabricados.

<b>ACTIVIDAD DOCENTE</b>	<b>HORAS</b>
Clases Magistrales	14
Trabajo-taller	14
Prueba evaluación	2

Fuente: elaboración propia

En las 14 horas correspondientes a clases magistrales de teoría se imparte los elementos estructurales prefabricados de relevancia para la titulación de Ingeniería Civil, que se enumeran a continuación:

- Forjados prefabricados: Es el elemento estructural con funcionamiento tipo placa y losa que materializa la formación de las plantas del edificio. En edificios modernos y recientes, suelen ser ejecutados en hormigón estructural (armado, pretensado o postensado), o también mediante solución de sección mixta hormigón-chapa de acero (forjado mixto). Su clasificación general se deriva del tipo de comportamiento a flexión del mismo, en forjados unidireccionales y bidireccionales (Figura 2).

**FIGURA 2.** Ejemplo forjado unidireccional (izquierda) y bidireccional (derecha).



Fuente: (imagen izquierda) <https://www.geoplastglobal.com>  
(imagen derecha) <https://www.prefabricadodehormigon.com>

- Vigas prefabricadas para puentes: Los puentes de vigas prefabricadas constituyen una tipología de puente de carretera y ferrocarril muy extendida en nuestro país, usados fundamentalmente como pasos superiores (ver Figura 3-izquierda), aunque también como viaductos. Esta tipología estructural da lugar a puentes de vanos isostáticos de luces hasta 30-35 [m] con vigas prefabricadas doble T, o luces de hasta 45 - 50 [m] con vigas tipo artesa, con un proceso constructivo in-situ muy eficiente en cuanto a tiempo de construcción (pocos días). Estas vigas prefabricadas se producen en fábrica, lo que garantiza una elevada calidad del material, se transportan a obra, y se montan una vez que las subestructuras (estribos y pilas, normalmente in-situ) están construidas (ver Figura 3-derecha).

**FIGURA 3.** Ejemplo de puente pérgola de vigas prefabricadas (izquierda) e izado de la viga prefabricada para su colocación en un puente (derecha).



Fuente: (imagen izquierda) <https://www.tierraarmada.com>  
(imagen derecha) <https://madonu.es>

- Estructuras prefabricadas para edificación. La prefabricación de elementos estructurales para edificios, aparte de los elementos tipo forjado anteriormente mencionados, ha experimentado un desarrollo muy considerable desde su extensión a partir de la reconstrucción de Europa asociada a la segunda guerra mundial. Elementos estructurales primarios como pilares y vigas (pretensadas, o simplemente armadas) son ampliamente usados en la construcción prefabricada (ver Figura 4). Esta tecnología constructiva da lugar a estructuras aporricadas de nudos articulados con una eficiencia constructiva muy elevada, dando lugar a plazos de construcción muy reducidos en relación a los requeridos por la construcción tradicional “in-situ” para una estructura de dimensiones similares.

**FIGURA 4.** Estructura prefabricada de edificación.



Fuente: <https://www.tecnyconta.es>

Respecto a las 14 horas correspondientes a la resolución en clase del trabajo-taller, se selecciona las vigas prefabricadas para puentes como elemento estructural a desarrollar. Estas vigas contienen un importante paquete de armadura de pretensado, normalmente recto, que es el que permite alcanzar las luces anteriormente citadas. Normalmente, la cantidad de armadura de pretensado necesaria en vigas se predimensiona realizando una comprobación del Estado Límite Último de flexión, y

con la fuerza de pretensado resultante, se realiza una comprobación tensional (o encaje tensional en Estado Límite de Servicio). A lo largo de su ciclo de vida, estas vigas van pasando por diferentes etapas (fabricación, transporte, montaje en obra, y servicio a tiempo infinito) que dejan una impronta tensional en las mismas, por lo que el encaje tensional de las mismas debe realizarse para cada una de estas fases. Se observa, por tanto, que para aprender a diseñar este tipo particular de elementos prefabricados se requiere poner en práctica un importante bloque de conocimientos de otras disciplinas (Teoría de Estructuras, Análisis de Estructuras y Hormigón Armado y Pretensado); de ahí el relativo alto peso específico de este bloque temático en el temario global de esta asignatura seleccionándolo como el elemento estructural a desarrollar en el trabajo-taller.

Por tanto, se propone la realización de un proyecto consistente en el cálculo y dimensionamiento de las vigas prefabricadas de un puente isostático de vigas, de unos 30 metros de vano, así como la elaboración de un informe técnico acerca de los resultados obtenidos. La descripción del taller se describe brevemente a continuación.

#### 4.1. FASE1: CÁLCULO DE FUERZA DE PRETENSADO EN VIGAS PREFABRICADAS PRETESAS PARA PUENTES

- Predimensionamiento del tablero del puente.
- Cálculo de acciones sobre el tablero y reparto de fuerzas en vigas.
- Análisis de esfuerzos en vigas durante las distintas fases constructivas.
- Cálculo de la fuerza de pretensado para el cumplimiento del ELU de solicitaciones normales.
- Dimensionamiento de armadura complementaria.

#### 4.2. FASE2: COMPROBACIÓN TENSIONAL DE VIGAS PRETESAS

- Cálculo de tensiones límite a tracción y compresión para el cumplimiento del ELS de tensiones admisibles.

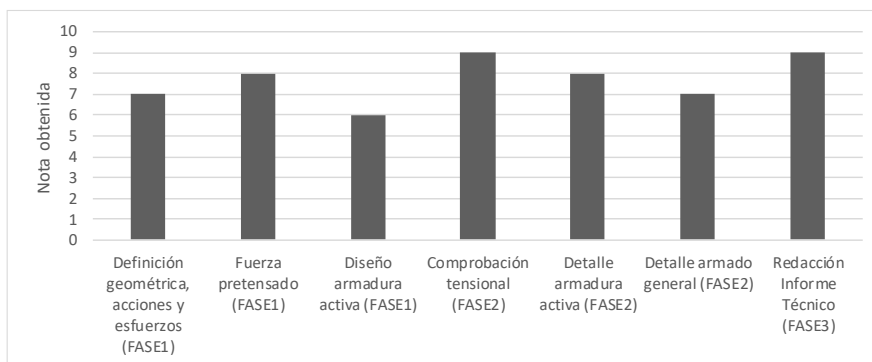
- Cálculo de tensiones en secciones críticas de la viga en diferentes fases constructivas (en fábrica, montaje y tiempo infinito).
- Cálculo de longitud de entubado de armadura activa para la verificación tensional en zona de apoyos.

#### 4.3. FASE3: REDACCIÓN

- Elaboración de un informe técnico acerca de los resultados obtenidos.

Finalmente, la Figura 5 representa los resultados encontrados al analizar la evaluación de las distintas fases del proyecto del puente de vigas prefabricadas desarrollado por los estudiantes. Se observa que se han alcanzado los objetivos de aprendizaje propuestos puesto que en las distintas fases evaluadas la nota obtenida es mayor de 5 (sobre 10 puntos).

**FIGURA 5.** Notas obtenidas por los estudiantes en las distintas fases del trabajo-taller.



Fuente: elaboración propia

## 5. DISCUSIÓN

En este trabajo científico se ha presentado un ejemplo de aplicación del aprendizaje reforzado basado en talleres de simulación de proyectos. Concretamente, la metodología se ha aplicado a la asignatura de Elementos Prefabricados correspondiente al grado de Ingeniería Civil de la UGR. Las lecciones aprendidas de esta investigación son discutidas aquí.



En primer lugar, este estudio propone el desarrollo del trabajo-taller en grupos. Sin embargo, en cualquier grupo siempre hay personas más implicadas o líderes respecto a otras con un menor grado de participación en el trabajo. Para tener en cuenta este aspecto en la evaluación, se ha decidido otorgar al trabajo-taller un valor del 40% sobre la puntuación total de la asignatura y un examen final con un valor del 60% sobre la puntuación total de la asignatura. Por último, otra mejora sobre la metodología aplicada sería realizar más grupos con un menor número de estudiantes de modo que cada grupo realice por completo el trabajo-taller. De este modo se asegura que todos los estudiantes realizan todas las fases del proyecto y no únicamente la fase que se le asigne a su grupo.

## 6. CONCLUSIONES

Tras realizar una exhaustiva búsqueda del contenido de la asignatura de Elementos Prefabricados en las mejores universidades de Ingeniería Civil, se ha observado que en las Escuelas de Ingeniería Civil españolas el contenido está orientado fundamentalmente al cálculo, y menos al diseño y a la concepción estructural. Por ello, en este trabajo se ha presentado una metodología de aprendizaje basada en un “taller de simulación de proyectos” para reforzar las competencias de aprendizaje relacionadas con el diseño y la concepción estructural. Concretamente, se ha aplicado en la asignatura “Elementos Prefabricados” del Grado en Ingeniería Civil de la Universidad de Granada. Mediante la exposición de los estudiantes a situaciones reales (simuladas) de proyecto, se ha observado que el aprendizaje resulta reforzado por competencias transversales necesarias para el ejercicio de la profesión, a la vez que aumenta el interés y la motivación de los estudiantes en la materia.

## 8. REFERENCIAS

- Armstrong, P. (2010). Bloom’s taxonomy. Vanderbilt University Center for Teaching.
- Biggs, J., & Tang, C. (2007). Teaching for quality learning at university. 3rd. New York.
- Collins, M. P., & Mitchell, D. (1991). Prestressed concrete structures (Vol. 9). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

# COMBINAR EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS CON LA GAMIFICACIÓN COMO MOTIVACIÓN LÚDICA PARA MEJORAR LA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE

---

MARÍA DEL CARMEN GUERRERO DELGADO  
*Universidad de Sevilla*

TERESA ROCÍO PALOMO AMORES  
*Universidad de Sevilla*

JOSÉ SÁNCHEZ RAMOS  
*Universidad de Sevilla*

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la realidad educativa con la que nos encontramos y que puede ser similar en cualquier centro educativo, es la de un aula con alumnos que suelen presentar una actitud pasiva, carente de interés hacia la asignatura, así como de rechazo hacia la metodología tradicional. La búsqueda de nuevas tecnologías y metodologías docentes en el ámbito de la educación superior es un tema muy debatido en la universidad. Los cambios experimentados en la sociedad de la información han influido en el alumnado que accede a las universidades (Lazo et al., 2010). El desarrollo tecnológico moderno exige ingenieros comprometidos con su entorno social, ambiental y cultural, con competencias que privilegien la aplicación de conocimientos en la práctica, el trabajo en grupo e interdisciplinario, la capacidad para plantear y resolver problemas, para formular y gestionar proyectos, tomar decisiones, además de habilidades para interactuar y comunicarse de forma oral y escrita. Todo esto motiva un debate abierto en el profesorado de las universidades en la búsqueda de nuevas metodologías para transmitir y motivar el aprendizaje a nuestros alumnos, con el objetivo de formar profesionales adaptados a esta nueva sociedad (Pérez, 2008). En correspondencia con estos

requerimientos, surge el cuestionamiento de los métodos tradicionales de enseñanza y el creciente interés por metodologías de enseñanza-aprendizaje, que garanticen el logro de tales competencias. Una de las metodologías activas destacadas es la de Aprendizaje Basado en Proyectos/Problemas (ABP) (Profesores & Con, 2003). El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología didáctica en la que los alumnos, organizados por grupos, adquieren, utilizan y aplican, a través de su investigación, los conceptos de la asignatura. Dichos conocimientos son aplicados a la resolución de un proyecto. Este proyecto sólo estará adecuadamente diseñado cuando para concluirlo de manera exitosa sea necesario adquirir todos los conocimientos que el profesor desea transmitir. Diversos estudios (Angelo et al., 2017; Foster et al., 2018; Rafidah et al., 2012; Yew & Goh, 2016) muestran que el ABP fomenta habilidades tan importantes como el aprendizaje autónomo, la capacidad de expresión oral y escrita, la capacidad de autoevaluación, la planificación del tiempo, o la planificación por proyectos. Además, mejora la motivación del alumno, lo que se traduce en un mejor rendimiento académico y una mayor persistencia en el estudio. Además del aprendizaje basado en proyectos, destaca enormemente el interés de la metodología de la gamificación. La gamificación es una de las metodologías de aprendizaje activo más extendidas hoy en día. Esta práctica trata de convertir el proceso de aprendizaje en un juego. Pero no solo se trata de que los alumnos se diviertan, que también. El éxito de la gamificación reside en que el aprendizaje adquiere el formato del juego, con unas reglas determinadas, unas puntuaciones, un ranking y un ganador (Serna et al., 2016). De esta manera, aprender tiene una meta determinada y visible a corto plazo, que motiva a los alumnos mucho más que otros conceptos más abstractos.

Otra fuente de inspiración que puede complementar la educación formal en ingeniería proviene de la cultura maker (Liu et al., 2021) desarrollo de habilidades prácticas e interdisciplinarias, la colaboración y el trabajo en equipo, el uso de tecnología avanzada, el espíritu empresarial, la empleabilidad y la contribución social, beneficiando tanto a los estudiantes como a la sociedad en general. Basada en la idea de crear resultados originales, su integración en la educación de ingeniería fomenta la

innovación en los estudiantes, permitiéndoles explorar nuevas ideas y construir soluciones creativas a problemas técnicos (Kim et al., 2022).

Mientras que la educación formal en ingeniería se centra en la comprensión de conceptos teóricos y / o técnicos, la cultura maker se centra en la aplicación práctica en contexto reales (Tan et al., 2016), (Tan et al., 2016) lo que a su vez permite el desarrollo de habilidades prácticas (Koul et al., 2021), facilitando una mejor comprensión de la teoría para aplicarla de manera más efectiva en el lugar de trabajo (Dey et al., 2020) (Dey et al., 2020) lo que permite la colaboración y el trabajo en equipo (Oswald & Zhao, 2021)

PBL se basa en la idea de que los estudiantes aprenden mejor cuando participan activamente en la realización de proyectos que les interesan con un propósito real (Du et al., 2019) Para ello, trabajan en equipo para investigar, diseñar, construir y presentar soluciones a situaciones reales. Además, esta metodología se pueden hibridar con metodologías in situ (Migliore & Tagliaro, 2020) Su hibridación puede crear oportunidades para participar en experiencias de aprendizaje más ricas y flexibles (Oliver et al., 2017) Las metodologías presenciales y virtuales se pueden hibridar a través del aprendizaje en línea con reuniones in situ (los estudiantes aprenden en línea a su propio ritmo y luego se reúnen en persona para discutir material y trabajar en proyectos, lo que les permite aprovechar la flexibilidad y accesibilidad del aprendizaje en línea mientras disfrutan de la interacción y colaboración social en el sitio), aprendizaje en el sitio con actividades virtuales (los estudiantes asisten a clases y talleres en persona y luego participan en actividades complementarias en línea, lo que les permite acceder a recursos adicionales y continuar aprendiendo fuera del aula), aprendizaje combinado (los estudiantes pueden trabajar en línea en su propio tiempo y luego reunirse en persona para discutir el material, realizar actividades prácticas y recibir comentarios de los instructores y otros estudiantes, dándoles la flexibilidad del aprendizaje en línea y la interacción social del aprendizaje cara a cara) y / o mediante el uso de herramientas tecnológicas (los estudiantes pueden usarlas para colaborar en proyectos, comunicarse con compañeros y maestros, y acceder a recursos de aprendizaje en línea).

En resumen, la experiencia práctica y las habilidades adquiridas en las comunidades maker pueden mejorar la empleabilidad de los estudiantes que desarrollan proyectos que tienen un impacto positivo en la sociedad, así como también promueven la idea de sostenibilidad (Nascimento & Pólvara, 2018) como proyectos de energía renovable, dispositivos médicos de bajo costo y tecnologías sostenibles, en las que el consumo de recursos y el impacto ambiental pueden reducirse (Sang & Simpson, 2019). En este sentido, se puede proporcionar formación para proyectos en todos los campos de la ingeniería, especialmente aquellos alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 ((Daú et al., 2023)

## 2. OBJETIVOS

Con la finalidad de dar respuesta a la realidad mencionada anteriormente, este trabajo propone recurrir al uso de metodologías activas como el ABP y la Gamificación (uso del “juego”) en el aula como estrategia didáctica. La combinación del ABP con la gamificación da lugar a una metodología híbrida cuyo objetivo es crear una experiencia de aprendizaje más efectiva y atractiva para los estudiantes. La propuesta propone la hibridación de una metodología de aprendizaje basada en proyectos/problemas/tareas con la integración de la gamificación en las aulas como técnica docente. La metodología híbrida propuesta se ha llevado a cabo en la Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla y ha sido validada en una asignatura de la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz por un docente de elevada experiencia en innovación docente.

Los objetivos específicos son:

- Mayor motivación: La gamificación puede aumentar la motivación de los estudiantes al convertir el aprendizaje en un juego o competencia divertida. El ABP, por su parte, les da la oportunidad de trabajar en proyectos que les interesen y permite aplicar lo que han aprendido.
- Aprendizaje más significativo: La gamificación y el ABP fomentan el aprendizaje significativo al permitir que los

estudiantes se involucren activamente en su propio proceso de aprendizaje.

- Aprendizaje más interactivo: La gamificación puede hacer que el aprendizaje sea más interactivo y colaborativo, ya que los estudiantes pueden competir o colaborar entre sí. El ABP también fomenta la colaboración entre los estudiantes y los profesores.
- Feedback inmediato: La gamificación permite a los estudiantes recibir feedback inmediato sobre su desempeño, lo que les ayuda a mejorar su aprendizaje. El ABP también fomenta el feedback constante entre los estudiantes y los profesores, lo que les permite mejorar su trabajo a lo largo del proyecto.
- Aprendizaje más divertido: La gamificación hace que el aprendizaje sea más divertido y emocionante para los estudiantes, lo que les ayuda a mantener su interés y compromiso a lo largo del tiempo.

En resumen, la combinación de la metodología ABP y la gamificación como estrategia docente puede ayudar a los estudiantes a aprender de manera más activa, emocionante y significativa, y a desarrollar habilidades importantes para su futuro.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 DESCRIPCIÓN

La metodología híbrida de gamificación y aprendizaje basado en proyectos que se expone en el presente capítulo se basa en la realización actividades siguiendo una yincana virtual que motiva la participación y la actividad dinámica y continua de los alumnos, con objeto de garantizar el aprendizaje y la realización de los proyectos de las asignaturas con éxito.

Esta metodología se divide en 5 fases, tal y como se observa en la figura 1. A continuación, se detalla cada una de ellas.

**FIGURA 1.** Fases de la metodología híbrida de gamificación y ABP-yincana virtual



- **-Fase 1: Presentación de la metodología Yincana:** En primer lugar, los docentes llevan a cabo la presentación de la metodología yincana en clase, comentando a los estudiantes los objetivos de aprendizaje, los contenidos que se abordarán, los recursos que se utilizarán y la forma en que se organizarán las actividades de enseñanza y evaluación.
- **-Fase 2:** Formación de grupos colaborativos. Organización y planificación.

Los equipos base se caracterizarán por ser grupos de cuatro o cinco miembros. Para ello los docentes valoran las posibles compatibilidades e incompatibilidades entre compañeros, procuran que el grupo que se crea represente en la medida de lo posible al grupo de clase y por supuesto, tienen en cuenta a los alumnos en cuanto a sus preferencias personales y afinidades.

- **-Fase 3: Realización de la Yincana:** Activación progresiva de tareas obligatorias y voluntarias (el número de tareas y la modalidad será específica de cada asignatura). Los estudiantes trabajarán en equipo para resolver diferentes desafíos o problemas utilizando herramientas digitales. Los desafíos pueden ser de diferentes tipos como preguntas de conocimiento de conceptos de la asignatura, tareas de investigación, ejecución de proyectos, etc. Todos estos problemas/desafíos son diseñados

para fomentar la colaboración, la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Durante el transcurso de la yincana virtual los alumnos contarán con el apoyo continuo de los docentes implicados. Cada tarea entregada por los alumnos será evaluada en un máximo de una semana. La calificación y opinión acerca de dicha tarea será transmitida a los alumnos correspondientes con objetivo de retroalimentar el aprendizaje de éstos.

- **-Fase 4: Preparación de resultados:** Postproceso de resultados y generación de material para la exposición y defensa de los resultados obtenidos en el proyecto y/o resolución de desafíos y problemas de la yincana virtual.
- **-Fase 5: Defensa de resultados y entrega de premios:** Entrega de la memoria del proyecto (en el caso de las asignaturas que lo requieran), presentación oral de los resultados del proyecto y/o de las diferentes actividades en un seminario conjunto y entrega de premios al grupo ganador de la yincana.

La duración de la aplicación de dicha metodología contempla los 4 meses de impartición de las asignaturas involucradas, tal y como se observa en la tabla X.1. Durante estos 4 meses los alumnos disponen de apoyo docente continuo, con objeto de orientarles, corregirles y animarlos en la realización de actividades. La fase 1 se llevará a cabo durante la primera semana de clase, con objeto de que los alumnos expongan sus dudas y comentarios acerca de la metodología. La fase 2 se lleva a cabo en la segunda semana de clase. Posteriormente, de la semana 3 a la 13 se lleva a cabo la realización de la yincana virtual. La activación de las tareas o retos correspondientes se llevará a cabo acorde a los conocimientos impartidos hasta dicho momento en la asignatura involucrada. Finalmente, a partir de la semana 13, los alumnos comenzarán la preparación de resultados y en la última semana de clase se lleva a cabo la exposición del trabajo realizado por todos los grupos y la entrega de premios al ganador de la yincana.



**TABLA 1.: Implementación de la yincana virtual en el curso**

ID	Etapa	SEMANAS															
		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	Gestión y coordinación (apoyo docente continuo)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1	Fase 1: Presentación de la yincana (metodología)	■															
2	Fase 2: Formación de grupos colaborativos, organización y planificación		■														
3	Fase 3: Participación en la yincana			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
4	Fase 4: Preparación de resultados													■	■	■	
5	Fase 5: Defensa de resultados y entrega de premios																■

Las asignaturas involucradas en dicha metodología, así como el número de alumnos implicados, se presentan la Tabla X.2.

**TABLA 2.: Asignaturas y número de alumnos involucrados en la yincana virtual**

	Asignatura	Titulación	Número de matriculados medio
1	Tecnología Energética	Grados en Ingeniería de Tecnologías Industriales (Universidad de Sevilla)	40
2	Reglamentación y Certificación Energética	Grado en Ingeniería de la Energía (Universidad de Sevilla)	30
3	Simulación y Optimización de Sistemas de Energía Térmica	Máster Universitario en Sistemas de Energía Térmica (Universidad de Sevilla)	50
4	Ingeniería Energética y Transmisión de Calor	Grado en Ingeniería Química Industrial (Universidad de Sevilla)	40
5	Proyectos de Ingeniería	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (Universidad de Cádiz)	130

Las asignaturas del primer cuatrimestre (1 – 3) son asignaturas de especialidad que transcurren en los cursos superiores de las titulaciones o en titulaciones de máster. En estas asignaturas se potencia la componente práctica con objeto de potenciar la aplicación de muchos de los conceptos que han aprendido en asignaturas de cursos previos. El reto buscado es que el proyecto Yincana suponga una reactivación del interés del alumnado que durante estos pasados cursos ha ido decayendo. Las asignaturas del segundo cuatrimestre (4 - 5) son asignaturas en las que el reto es recuperar el estado anímico del alumnado mediante unas prácticas animadas, divertidas y a la par desafiantes para ellos.

### 3.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA YINCANA VIRTUAL

La Yincana virtual está formada, tal y como se ha comentado previamente, por actividades obligatorias y voluntarias. Las actividades obligatorias son actividades requeridas por el alumnado para el aprendizaje práctico de los conceptos teóricos impartidos en las asignaturas. Dichas actividades obligatorias pueden ser requeridas a posteriori para la aplicación de dicho aprendizaje en el proyecto de la asignatura. Además, una vez superada, los profesores proporcionan al alumno información necesaria para el avance del proyecto de la asignatura y la posibilidad de ayuda extra con objeto de motivarles a trabajar en el mismo. Las actividades voluntarias son actividades propuestas en diversos puntos de la Yincana con objeto reforzar el aprendizaje.

La participación en la yincana virtual se realizará por grupos con objeto de fomentar las relaciones positivas, la responsabilidad y el compromiso con los demás compañeros. Las actividades posibles a realizar en la yincana se activarán progresivamente a medida que se impartan los conceptos teóricos necesario para su realización (figura 2). Una vez el grupo comienza la Yincana, en el camino a recorrer observará actividades obligatorias (marcadas en color rojo en la figura 2) y actividades voluntarias (marcadas en color azul). Si un grupo no desea realizar la actividad voluntaria propuesta para el refuerzo del aprendizaje puede optar por el uso del puente de paso a la siguiente actividad obligatoria una vez sea activada.

**FIGURA 2.** Activación progresiva de actividades en la yincana virtual



En la Figura 3 se puede observar a la profesora Guerrero Delgado presentando la asignatura, el proyecto y explicando el marco en el que se asienta la evaluación continua de la asignatura a través del proyecto yincana.

**FIGURA 3.** Presentación de la yincana virtual a los alumnos



### 3.3. EVALUACIÓN

Los puntos obtenidos en la Yincana para cada grupo serán asociados a las actividades realizadas. Las actividades obligatorias se puntúan de 0 a 100 puntos dependiendo de la calidad de los resultados de la actividad realizada y el tiempo de entrega de la misma. Así mismo, tal y como se ha comentado previamente, una vez realizada la actividad obligatoria, los profesores implicados proporcionan al grupo de alumnos información necesaria para el avance del proyecto de la asignatura y la posibilidad de ayuda extra en la realización del mismo. Las actividades voluntarias se puntúan de 0 a 50 puntos, igualmente dependiendo de la calidad de la actividad y el tiempo de entrega de la misma. Las actividades obligatorias, una vez activadas se mantendrán activas durante toda la Yincana, sin embargo, cada actividad voluntaria activada se desactivará una vez se activa la actividad obligatoria que le sigue (Ejemplo: grupo situado en la actividad 7 (figura 4)).

La puntuación de cada grupo será visualizada por el resto de los grupos de forma continua a lo largo del curso con objetivo de motivar la participación e interés. El grupo con el mayor número de puntos será el ganador de la Yincana.

**FIGURA 4.** Ejemplo de situación en la yincana virtual



Cada grupo de alumnos presentará una nota en la Yincana definida por el número de puntos totales obtenidos en la misma. La nota de la Yincana se corresponderá con un determinado porcentaje de la nota total de la asignatura (dependiente de la asignatura).

La puntuación de cada alumno/grupo será visualizada por el resto de alumnos/grupos de forma continua a lo largo del curso para motivar e incentivar la participación e interés. Esto servirá de tablero en la “competición” que se pretende motivar. El grupo con el mayor número de puntos será el ganador de la Yincana.

### 3.4. PREMIOS

El grupo ganador de la Yincana recibirá un cheque simbólico [50€] de regalo que podrá gastar en artículos de copistería, una camiseta personalizada con la frase: *“La vida es mucho mejor si ves la Termotecnia a tu alrededor”* junto con los datos de la asignatura, así como una botella térmica del Grupo Termotecnia. El diseño del logotipo, así como su uso en la camiseta y botella térmica ha sido realizado por el grupo docente. La Figura 5 muestra el logotipo diseñado, así como su uso en la camiseta.

**FIGURA 5.** Diseño de logotipo y uso en la camiseta regalo



A su vez, la Figura 6 muestra la botella térmica y el cheque regalo en la copistería de la Escuela.

**FIGURA 6.** Botella térmica y cheque regalo



## 4 RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos tras la integración de la metodología híbrida de yincana virtual. En primer lugar, en el apartado 4.1 se exponen las estadísticas docentes realizadas en las diferentes asignaturas donde la metodología ha sido integrado, con objeto de valorar la mejora obtenida en la evaluación. Posteriormente, en el bloque X.6.2 se muestra un ejemplo de proyecto realizado por uno de los grupos participantes en la yincana virtual para la asignatura Reglamentación y Certificación Energética de la Universidad de Sevilla. Finalmente, en el bloque X.6.3 se muestran los ganadores de la yincana virtual.

### 4.1. ESTADÍSTICAS DOCENTES

Los resultados docentes en términos de número de aprobados por evaluación continua mejora en la totalidad de las asignaturas, tal y como se observa en la tabla X.3. El porcentaje de mejora entre el curso académico 20/21 y 21/22 es de un 27% en promedio. La mejora en estos números no solo implica un mayor número de aprobados, sino que es un aumento en el número de alumnos que siguen la asignatura de forma continua, sin necesidad de acudir al examen ordinario. A su vez, se consigue un aumento de la motivación de los alumnos, traduciendo en un aumento de la implicación en las distintas asignaturas, mejorando la concentración y el espíritu crítico. La asistencia a tutorías ha crecido un

90%, pidiendo el alumnado tutorías hasta de las prácticas de las asignaturas. En los dos cursos anteriores ningún alumnado asistió a tutorías de prácticas. El alumnado ha expresado su satisfacción con la metodología de trabajo y con ese esfuerzo. Pero además se ha contactado con el 80% de los alumnos repetidores para conocer sus impresiones con respecto al curso anterior. La opinión ha sido unánime a favor de esta nueva metodología. Destacan el interés de las reuniones de seguimiento con los delegados, tras las clases, para conocer el estado en tiempo real de la clase.

**TABLA 3.:** Resultados de las estadísticas docentes

Asignatura	Titulación	Curso 2020/2021		Curso 2021/2022		Mejora evaluación continua
		Número alumnos	Número aprobados	Número alumnos	Número aprobados	
<b>Tecnología Energética</b>	Grados en Ingeniería de Tecnologías Industriales	32	19	35	33	30.3%
<b>Reglamentación y Certificación Energética</b>	Grado en Ingeniería de la Energía	27	10	28	18	25.3%
<b>Simulación y Optimización de Sistemas de Energía Térmica</b>	Máster Universitario en Sistemas de Energía Térmica	46	25	47	36	22.2%
<b>Ingeniería Energética y Transmisión de Calor</b>	Grado en Ingeniería Química Industrial	37	23	34	29	23.1%
<b>Proyectos de Ingeniería</b>	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales	128	45	132	92	34.5%

#### 4.2 EJEMPLO DE PROYECTO REALIZADO EN LA YINCANA VIRTUAL Y EVALUACIÓN DE CONCEPTOS CON KAHOOT

Los alumnos de la asignatura Reglamentación y Certificación Energética eligieron un proyecto cuyo objetivo es la evaluación energética de un edificio plurifamiliar en términos de demanda de calefacción y refrigeración y de cumplimiento de la normativa de ahorro de energía. En

dicho proyecto se evalúan diferentes paquetes de mejora de la envuelta con objeto de reducir la demanda de calefacción y refrigeración. La elección de la medida óptima a integrar en el edificio se hace en base al estudio de coste óptimo. Los alumnos propusieron el siguiente índice:

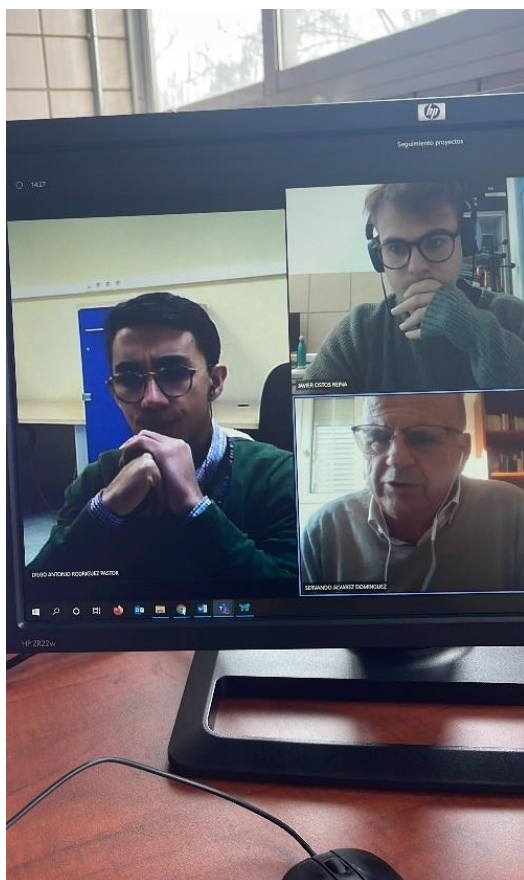
1. Objetivos
2. Descripción del edificio
3. Evaluación energética de la situación inicial
4. Parámetros característicos de componentes y del edificio
5. Diagnóstico y toma de decisiones
6. Conclusiones

El seguimiento del proyecto vía yincana virtual fue muy productivo, el proyecto se desarrolló con éxito y los alumnos consiguieron resolver dicho desafío de forma satisfactoria. En este caso concreto, las medidas de mejora propuestas por los alumnos harían que el edificio estudiado pasara de una calificación energética E en calefacción y D en refrigeración a una calificación energética B en calefacción y A en refrigeración.

Los estudiantes de este trabajo comentaron a los docentes involucrados que el aprendizaje basado en proyectos junto a la gamificación les ha proporcionado una mayor sensación de autonomía y control sobre su aprendizaje, ya que les permite elegir el tema que desean investigar y trabajar en proyectos que son significativos para ellos. En cuanto a la gamificación los estudiantes comentan que les gusta la idea de ganar puntos ya que esto motiva a trabajar más duro y participar más activamente en clase. Además, comentan que el seguimiento de proyectos por parte del personal docente a través de la plataforma online, tal y como se observa en la figura 7, facilita la comunicación y aumenta la productividad.

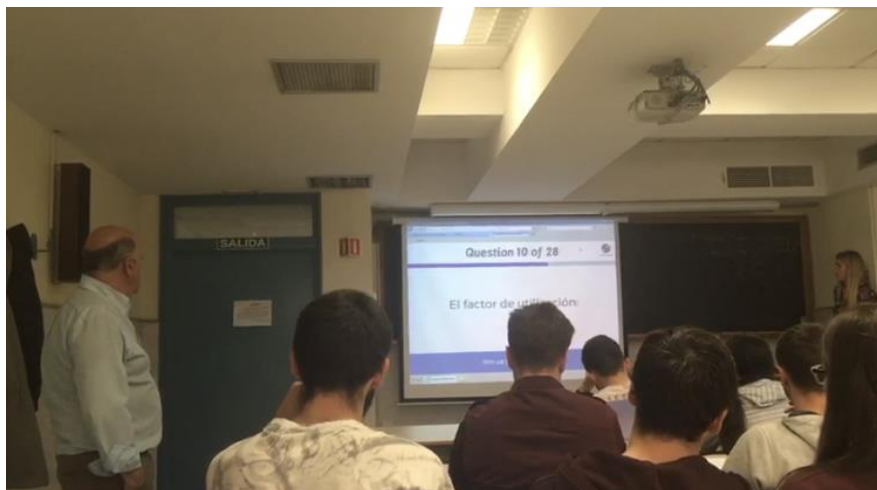


**FIGURA 7.** Botella Seguimiento de proyectos a través de la plataforma online



Finalmente, con objeto de valorar el aprendizaje de forma conjunta, además de la propuesta y desarrollo del proyecto de la asignatura a través de yincana virtual, se han llevado a cabo en clase secciones de juegos de evaluación de los conocimientos adquiridos a través de preguntas tipo test programadas en Kahoot (figura 8), como herramienta de gamificación en línea.



**FIGURA 8.** Juegos de evaluación de conocimientos adquiridos en aulas con Kahoot






#### 4.3. GANADORES DE LA YINCANA VIRTUAL

Por último, se muestran a continuación la recogida de premios por parte de los ganadores de las distintas asignaturas.

**TABLA 3.: Recogida de premios de la yincana virtual**

Asignatura	Titulación	Recogida de premios por el grupo o por uno de sus integrantes
Tecnología Energética	Grados en Ingeniería de Tecnologías Industriales	 <p>A photograph showing three students standing in front of a blue door. On the left, a male student in a white t-shirt and blue shorts holds a certificate and a small trophy. In the center, a female student in a brown top and black pants holds a certificate. On the right, a female student in a white t-shirt and blue shorts holds a silver water bottle. The certificate they are holding has the text 'Comunidad de premios Ingeniería Energética' and 'GRUPO 2024'.</p>
Reglamentación y Certificación Energética	Grado en Ingeniería de la Energía	 <p>A photograph of a male student in a grey t-shirt standing behind a wooden desk. He is holding a certificate and a small trophy. On the desk in front of him are two silver water bottles and some white paper. The certificate he is holding has the text 'Comunidad de premios Ingeniería Energética' and 'GRUPO 2024'.</p>

<p>Simulación y Optimización de Sistemas de Energía Térmica</p>	<p>Máster Universitario en Sistemas de Energía Térmica</p>	
<p>Ingeniería Energética y Transmisión de Calor</p>	<p>Grado en Ingeniería Química Industrial</p>	
<p>Proyectos de Ingeniería</p>	<p>Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (UCA)</p>	

## 5. DISCUSIÓN

El trabajo docente presentado presenta el diseño, desarrollo y puesta en marcha de un conjunto de actuaciones y actividades ideadas para innovar y/o mejorar la docencia. Los objetivos están motivado por la experiencia y los resultados obtenidos en las asignaturas impartidas, dónde aparece la necesidad de mejorar el aprendizaje y fomentar el interés de la asignatura durante la impartición de la misma. Ya que es habitual es una actitud pasiva y sin participación del alumnado. También se han detectado posibles puntos de mejora, siendo el más importante de ellos conseguir un trabajo constante de los alumnos durante el curso intentando evitar con ello la acumulación de actividades propuestas no realizadas en el momento indicado y que a posteriori suponen un peso y no un aprendizaje, no siendo éste el objetivo del profesor.

Los resultados prueban que la metodología de aprendizaje basada en proyectos/problemas/tareas con la integración de la metodología de gamificación ha incrementado el aliciente y el trabajo continuo e los estudiantes. La gamificación ha aumentado la motivación de los estudiantes al hacer que el aprendizaje sea más divertido y atractivo. El proyecto yincana aumentó la tasa de participación de los estudiantes en un 90%. Además, se observó un aumento del 62 % en el compromiso de los estudiantes en comparación con un grupo de control sin elementos gamificados. Además, como se observa en los resultados obtenidos, los estudiantes que participaron en la experiencia gamificada obtuvieron mejores resultados (15% más altos) en comparación con los estudiantes que siguieron el enfoque tradicional. Los resultados además revelaron que los estudiantes que participaron en la gamificación mostraron una mejora significativa en la retención de conocimientos en comparación con aquellos que no tuvieron esa experiencia. La tasa de retención aumentó en un 30% en el grupo gamificado. Finalmente, tras dicha experiencia 85% de los estudiantes informaron sentirse más motivados y comprometidos con el aprendizaje debido a los elementos gamificados. Además, el 95% de los estudiantes expresaron satisfacción con la implementación de la gamificación en el programa.

## 6. CONCLUSIONES

Se observó tras el COVID19 un aumento de la desmotivación en el alumnado y la bajada de nivel en los mismos, generando en el equipo docente la necesidad/inquietud de crear un cambio en los alumnos del nuevo curso. La metodología híbrida de aprendizaje activo mediante gamificación y proyectos en ingeniería energética puede considerarse un éxito en su primer año de implantación. Ha supuesto un incremento notable del trabajo de los docentes durante este primer curso, pero se estima que en los siguientes cursos la carga se reducirá significativamente.

La implementación de la gamificación dentro de la evaluación continua ha permitido aumentar el seguimiento de la asignatura a más del 70% de los alumnos, mientras que antes del proyecto solo un 24% trabajaban la evaluación continua.

La “felicidad” en el aula ha sido notablemente superior, tanto en las clases de teoría como en las prácticas. Cabe destacar estas actividades puesto que el alumnado no tenía interés por las mismas debido al bajo peso en la calificación final, y a su preocupación en la parte teórica (examen ordinario). El aumento de su peso y su contribución como actividad obligatoria en Yincana ha mejorado el interés y las entregas de los alumnos. El alumnado ha expresado su satisfacción con la metodología de trabajo y con ese esfuerzo.

La línea de trabajo futuro es potenciar la digitalización del material para incentivar la componente creativa del alumnado y su motivación en forma de una plataforma que en tiempo real permita incluso la conexión con otras universidades. Además de buscar una fórmula que promueva la participación del alumnado de Máster, en los cuáles no ha habido la participación necesaria del alumnado para implantar la metodología

## 7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Agradecimientos III Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla y al proyecto de investigación NATURBEAM (Ref. TED2021-130416B-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación puesto que los

desarrollos y productos del proyecto han permitido dinamizar y dotar de material a la componente más práctica de la docencia impartida.

## 8. REFERENCIAS

- Angelo, M., Promentilla, B., Irene, R., Lucas, G., Aviso, K. B., & Tan, R. R. (2017). Problem-based learning of process systems engineering and process integration concepts with metacognitive strategies : The case of P-graphs for polygeneration systems. *Applied Thermal Engineering*, 127, 1317–1325. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.08.086>
- Daú, G., Scavarda, A., Rosa Alves, M. T., Santa, R., & Ferrer, M. (2023). An Analysis of the Brazilian Higher Educational Opportunity and Challenge Processes to Achieve the 2030 Agenda for the Sustainable Development. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2021-0278>
- Dey, K., Rahman, M. T., Pyrialakou, V. D., Martinelli, D., Rambo-Hernandez, K., Fraustino, J., Deskins, J., Plein, L., & Roy, A. (2020). Development of A Holistic Cross-Disciplinary Project Course Experience as a Research Platform for the Professional Formation of Engineers. 2020 ASEE Virtual Annual Conference Content Access Proceedings. <https://doi.org/10.18260/1-2—34446>
- Du, X., Ebead, U., Sabah, S., Ma, J., & Naji, K. K. (2019). Engineering Students' Approaches to Learning and Views on Collaboration: How do both Evolve in a PBL Environment and What are their Contributing and Constraining Factors? *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(11). <https://doi.org/10.29333/ejmste/106197>
- Foster, N. L., Rawson, K. A., & Dunlosky, J. (2018). Self-regulated learning of principle-based concepts : Do students prefer worked examples, faded examples, or problem solving ? *Learning and Instruction*, 55(December 2016), 124–138. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.10.002>
- Kim, J.-Y., Seo, J. S., & Kim, K. (2022). Development of Novel-Engineering-based Maker Education Instructional Model. *Education and Information Technologies*, 27(5), 7327–7371. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10841-4>
- Koul, R. B., Sheffield, R., & McIlvenny, L. (2021). Future-Proofing Makerspaces. In *Teaching 21st Century Skills* (pp. 189–199). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-4361-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-981-16-4361-3_11)
- Lazo, J. D., Adriana, M. S., Gutiérrez, P., & Florido, R. (2010). Impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones para disminuir la brecha digital en la sociedad. 81–90.

- Liu, W., Zhu, Y., Liu, M., & Li, Y. (2021). Exploring Maker Innovation: A Transdisciplinary Engineering Design Perspective. *Sustainability*, 14(1), 295. <https://doi.org/10.3390/sul4010295>
- Migliore, A., & Tagliaro, C. (2020). Collaborative Spaces: Organizational, Spatial and Relational Crossover for New Ways of Working. *International Multidisciplinary Research Journal*, 10(SI), 1–5. <https://doi.org/10.25081/imrj.2020.v10.6473>
- Nascimento, S., & Pólvara, A. (2018). Maker Cultures and the Prospects for Technological Action. *Science and Engineering Ethics*, 24(3), 927–946. <https://doi.org/10.1007/s11948-016-9796-8>
- Oliver, K. M., Moore, R. L., & Evans, M. A. (2017). Establishing a Virtual Makerspace for an Online Graduate Course: A Design Case. *International Journal of Designs for Learning*, 8(1), 112–123. <https://doi.org/10.14434/ijdl.v8i1.22573>
- Oswald, K., & Zhao, X. (2021). Collaborative Learning in Makerspaces: A Grounded Theory of the Role of Collaborative Learning in Makerspaces. *SAGE Open*, 11(2), 215824402110207. <https://doi.org/10.1177/21582440211020732>
- Pérez, M. M. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior.
- Profesores, V., & Con, B. (2003). Estrategias creativas en la enseñanza universitaria.
- Rafidah, S., Alwi, W., Mohd, K., & Hashim, H. (2012). Sustainability Education for First Year Engineering Students using Cooperative Problem Based Learning. *56(Icthe)*, 52–58. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.631>
- Sang, W., & Simpson, A. (2019). The Maker Movement: a Global Movement for Educational Change. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(S1), 65–83. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09960-9>
- Serna, E., Mauricio, M. D., San Miguel, T., & Megías, J. (2016). Experiencia de gamificación en Docencia Universitaria: aprendizaje activo y entretenido. <https://doi.org/10.4995/inred2016.2016.4292>
- Tan, M., Yang, Y., & Yu, P. (2016). The Influence of the Maker Movement on Engineering and Technology Education. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 14(1), 89–94.
- Yew, E. H. J., & Goh, K. (2016). Problem-Based Learning : An Overview of its Process and Impact on Learning. *Health Professions Education*, 2(2), 75–79. <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2016.01.004>



# GAMIFICACIÓN

## NUEVAS VÍAS PARA MEJORAR LA MOTIVACIÓN

---

HELENA LIZ LÓPEZ

*Universidad Politécnica de Madrid*

MARÍA INMACULADA SANTAMARÍA VALENZUELA

*Universidad Politécnica de Madrid*

AUREA ANGUERA DE SOJO HERNÁNDEZ

*Universidad Politécnica de Madrid*

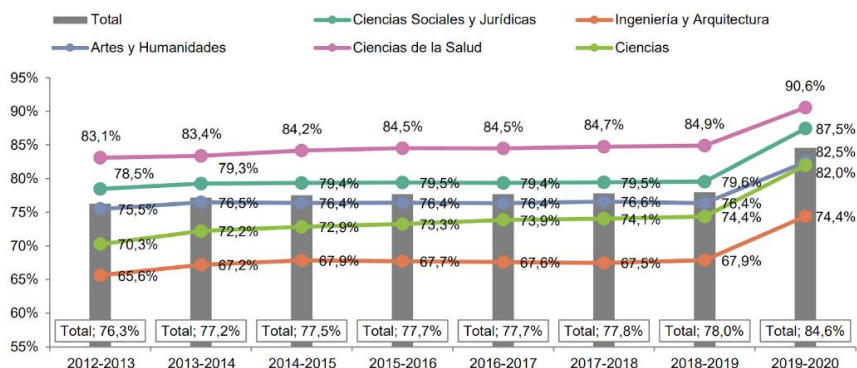
ÁNGEL PANIZO LLEDOT

*Universidad Politécnica de Madrid*

### 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas a los que se enfrenta la enseñanza superior es la falta de motivación y compromiso por parte del alumnado. En especial en la rama de ingeniería y arquitectura, de hecho, esta rama es la segunda con una mayor tasa de abandono a nivel nacional después de Artes y Humanidades (Ministerio de Universidades, Gobierno de España, 2022), ver Tabla 1. Si además tenemos en cuenta el hecho de que la rama de ingeniería y arquitectura es la rama con la menor tasa de rendimiento, créditos aprobados respecto al total de créditos matriculados, a nivel nacional, ver Figura 1, pone de manifiesto el reto al que se tienen que enfrentar diariamente el profesorado universitario. Si queremos revertir este contexto debemos abordar el problema de una manera integral, aplicando medidas y tomando acciones en todos los niveles posibles. Es imperativo buscar nuevas estrategias pedagógicas, así como incluir el uso de tecnologías para fomentar la participación activa de los estudiantes, mejorando tanto su interés como su rendimiento académico y, en consecuencia, contribuyendo a mejorar la eficiencia del sistema de educación superior.

**FIGURA 1.** Evolución de la tasa de rendimiento en Grado por rama de enseñanza



Fuente: (Ministerio de Universidades, Gobierno de España, 2022).

**TABLA 1.** Evolución de las tasas de abandono y cambio de estudio en primer año de Grado por rama de enseñanza

	Cohorte 2015-2016		Cohorte 2016-2017		Cohorte 2017-2018	
	Abandono del estudio en 1º año	Cambio del estudio en 1º año	Abandono del estudio en 1º año	Cambio del estudio en 1º año	Abandono del estudio en 1º año	Cambio del estudio en 1º año
<b>Total</b>	<b>21,7%</b>	<b>8,6%</b>	<b>21,8%</b>	<b>8,7%</b>	<b>21,3%</b>	<b>8,3%</b>
<b>Rama de enseñanza</b>						
Ciencias Sociales y Jurídicas	20,4%	7,4%	20,4%	7,6%	20,3%	7,3%
Ingeniería y Arquitectura	25,1%	11,8%	25,2%	11,0%	25,0%	11,1%
Artes y Humanidades	28,4%	9,1%	28,6%	9,3%	27,5%	9,1%
Ciencias de la Salud	17,4%	7,1%	17,7%	7,5%	16,6%	7,0%
Ciencias	22,1%	11,3%	23,2%	12,6%	21,7%	11,3%

Fuente: (Ministerio de Universidades, Gobierno de España, 2022).

La innovación docente se puede definir como la implementación de enfoques, metodologías y recursos novedosos en la práctica educativa con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Ferrari, Cachia, & Punie, 2009). Estas modificaciones se pueden implementar en uno o varios elementos del proceso de enseñanza como son: la tecnología, la didáctica, la pedagogía, los procesos o las personas (Murillo, 2017). Podemos encontrar numerosos ejemplos, dependiendo de las herramientas utilizadas, como pueden ser: el *aprendizaje por servicio* (Anguera de Sojo Hernández, Liz López, Torregrosa López, & Villar Rodríguez, 2022), que se basa en la fusión del aprendizaje académico con el servicio comunitario; el *aprendizaje basado en investigación*

(Martín & Valero Redondo, 2022) orientado a que el alumnado busque posibles soluciones a problemas planteados, el *aula invertida* (Scott, y otros, 2014) que propone que sean los estudiantes los que se preparen el contenido de manera autónoma para que las clases sean más participativas; el *aprendizaje activo* (De la Iglesia Villasol, 2019), que abarca un conjunto de métodos que comparten e involucran al estudiantado en tareas como el análisis, la síntesis y la evaluación; o *gamificación*, que es la técnica en la que se centra este trabajo y consiste el uso de elementos y dinámicas propias de los juegos en entornos no lúdicos (Guerrero-Alcedo, Espina-Romero, & Nava-Chirinos, 2022).

El término gamificación fue acuñado por Nick Peeling en 2003 por primera vez ( Gamification in education. Obtenido de Learning theories, 22), aunque no fue hasta 2010 cuando se empezó a utilizar de manera más extendida (Dicheva, Dichev, Agre, & Angelova, 2015). Esta metodología se puede definir como la aplicación de dinámicas de juegos dentro de entornos no lúdicos para la mejora, desarrollo o adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes (Sota, 2019). La gamificación presenta numerosas ventajas. En primer lugar, permite mantener y aumentar la motivación hacia el aprendizaje; que, como ya hemos explicado anteriormente, es una problemática muy presente en la enseñanza. También permite la mejora de las competencias tanto a nivel individual como colectivo mediante la realización de diferentes actividades o retos. Desde el plano personal de cada estudiante, se consigue una mejora de la motivación intrínseca derivada de los sentimientos de éxito y mejora vividos en el transcurso de la actividad.

La gamificación ha sido aplicada con éxito en diversos ámbitos, como el marketing y la publicidad, donde se utiliza para incentivar la participación de los clientes y promover la interacción con las marcas; en el ámbito empresarial, donde se ha usado para motivar a los empleados, fomentar la productividad y mejorar la colaboración en equipo; en el campo de la salud y el bienestar, donde se ha empleado para promover hábitos de vida saludables; o incluso en el ámbito de la educación, donde este tipo de dinámicas son utilizadas para aumentar el involucramiento de los alumnos en cursos online. Sin embargo, a pesar de que la gamificación ha demostrado ser exitosa en diversos ámbitos, incluido la

educación, su adopción en el ámbito universitario es aún limitada, presentando una penetración residual. Por ello, este trabajo se enfoca en el uso de la gamificación como herramienta para mejorar el rendimiento académico en asignaturas de los dos primeros cursos de los grados de Ingeniería Informática de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos (ETSISI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Esta decisión se basa en dos razones principales: en primer lugar, la cercanía del perfil del alumnado a las TICs y los videojuegos (área de la que se extraen la mayoría de las mecánicas usadas en procesos de *gamificación*); y, en segundo lugar, el hecho de que el alumnado de los dos primeros cursos puede aprovechar mejor las ventajas de esta metodología.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es analizar la experiencia de aplicar metodologías de gamificación en asignaturas de programación básica de grados de ingeniería informática que se imparten en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos (ETSISI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), como pueden ser Fundamentos de Programación o Estructura de Datos. Los objetivos específicos de esta metodología se resumen en la Figura 2 y se pueden enumerar de la siguiente manera:

- Aumentar la motivación por el aprendizaje
- Mejorar la predisposición por aprender
- Incorporar retos que faciliten la adquisición de competencias propias y colectivas
- Favorecer el aprendizaje conceptual y procedimental
- Mejora el grado de consecución de las competencias transversales y comunes
- Reducir la ratio de abandono de la asignatura

Estos objetivos están estrechamente vinculados a diferentes competencias transversales y comunes que comparten todos los grados de la ET-SISI. Los planes de estudios de los diferentes grados de Ingeniería de la ETSISI establecen que la formación de los títulos debe permitir al egresado alcanzar unos objetivos básicos, que se reflejan en distintas competencias descritas en el Consejo de Universidades (Consejo de Universidades, 2009). Las competencias se dividen en Competencias Transversales (CT), Competencias Básicas (CB) y Competencias Comunes (CC). Aquellas que están más relacionadas con los objetivos de la metodología propuesta son:

- **Resolución de problemas (CT2):** Identificar, analizar y definir los elementos significativos que constituyen un problema para resolverlo con criterio y de forma efectiva.
- **Organización y planificación (CT5):** Identificar y definir eficazmente las metas, objetivos y prioridades de una tarea o proyecto a desempeñar estipulando las actividades, los plazos y los recursos requeridos y controlando los procesos establecidos.
- **Aprendizaje autónomo (CT7):** El estudiante debe responsabilizarse de su propio aprendizaje, lo que le lleva a utilizar procesos cognitivos de forma estratégica y flexible, en función del objetivo de aprendizaje.
- **Creatividad e innovación (CT10):** Habilidad para presentar recursos, ideas y métodos novedosos y concretarlos en acciones. Capacidad para innovar en cada una de las obras. Resolver de forma nueva y original situaciones o problemas en el ámbito de la ingeniería.
- **Uso de tecnologías de la información y las comunicaciones (CT12):** Usar las tecnologías de la información y las comunicaciones en el ámbito de la ingeniería.
- **Conocimiento, diseño y utilización de forma eficiente los tipos y estructuras de datos (CC7)** más adecuados a la resolución de un problema.

**FIGURA 2.** Diagramas de objetivos de la metodología propuesta



Fuente: elaboración propia

Por este motivo, un objetivo indirecto de este trabajo será medir el grado de consecución de las diferentes competencias por parte del alumnado que ha realizado la experiencia, así como el contraste con el avance de los grupos que no la han recibido, para poder analizar la efectividad de la misma.

### 3. METODOLOGÍA

En este trabajo tenemos como objetivo evaluar la aplicación de metodologías de gamificación en asignaturas básicas de programación de los diferentes grados de la ETSISI. Esta metodología, al igual que cualquier herramienta de innovación educativa por menor que sea, tiene que seguir un proceso formado por tres fases que se resumen en la Figura 3 y se pueden enumerar de la siguiente manera:

- **Preparación y planificación:** primeramente, detectamos los problemas a resolver, planificamos todos los aspectos de la metodología, seleccionamos las asignaturas para su implementación y preparamos todos los materiales necesarios.
- **Implementación:** en esta fase se aplicará la metodología definida siguiendo los criterios establecidos previamente.
- **Evaluación y cierre:** una vez finalizada la experiencia con los alumnos, se deberá evaluar el rendimiento de la metodología con el fin de analizar el grado de alcance de los objetivos esperados por parte del alumnado y las posibles diferencias con los grupos control. De esta manera, se podrá evaluar la idoneidad de la metodología propuesta para las asignaturas seleccionadas.

**FIGURA 3.** Fases de implementación de metodologías de innovación docente.



En nuestro caso concreto, la metodología de gamificación todavía no se ha podido aplicar a ninguna asignatura concreta, por lo que nos centramos en la primera y tercera fase.

### 3.1. PREPARACIÓN Y PLANIFICACIÓN

En esta primera fase tendremos que definir, a partir de la necesidad detectada, la metodología a aplicar, la/s asignatura/s en las que se pretende aplicar, preparar todos los materiales necesarios para llevarla a cabo y el método de evaluación que se aplicará al alumnado y posteriormente se utilizará para evaluar.

### 3.1.1. Selección de la asignatura y necesidad detectada

La principal necesidad encontrada es la falta de motivación con sus consecuentes faltas de rendimiento en las carreras de informática. La ratio de abandono se acentúa especialmente en el primer año del grado. Por este motivo, nos fijamos en las asignaturas del primer curso. Como se adelanta en la Introducción, la asignatura seleccionada para aplicar esta metodología es Fundamentos de programación. Se trata de una asignatura de primer curso de programación básica, facilitando la definición de retos de gamificación concretos. Sin embargo, se podría aplicar la metodología propuesta a cualquier otra asignatura de programación básica. Las principales razones para seleccionar esta asignatura, como hemos ido introduciendo anteriormente, son:

- La cercanía del perfil del alumnado a las TICs y los videojuegos.
- La iniciación del estudiantado de primer curso, que todavía no está adaptado a las dinámicas de la universidad. Por este motivo, esta experiencia les puede proporcionar una herramienta que les facilite la organización y el seguimiento del conocimiento de la asignatura, ayudándole a comprenderla mejor y enfrentar las actividades evaluativas con mayor solvencia.
- La tasa de abandono del primer año es superior a la del resto de cursos.

La asignatura Fundamentos de Programación se enfoca en la iniciación del alumnado en el diseño, codificación, depuración y validación de programas de ordenador, utilizando programación estructurada. La asignatura se divide en dos partes diferenciadas: teoría y prácticas. Cada una supone un peso del 70% y del 30% en la evaluación de la asignatura respectivamente. El objetivo de la propuesta es añadir una parte que corresponda con actividades de la metodología de gamificación y que suponga el 10% de la nota final. En este porcentaje se valora la realización de las diferentes actividades de gamificación propuestas a los estudiantes a lo largo de la asignatura. Por lo que la evaluación de la asignatura quedaría dividida en tres apartados: 65% teoría, 25% prácticas y 10% actividades de gamificación.



### 3.1.2. Selección de la asignatura y necesidad detectada

**Preparación de las actividades.** En primer lugar, tenemos que decidir las actividades que se van a realizar durante la experiencia. En nuestro caso hemos decidido llevar a cabo las siguientes:

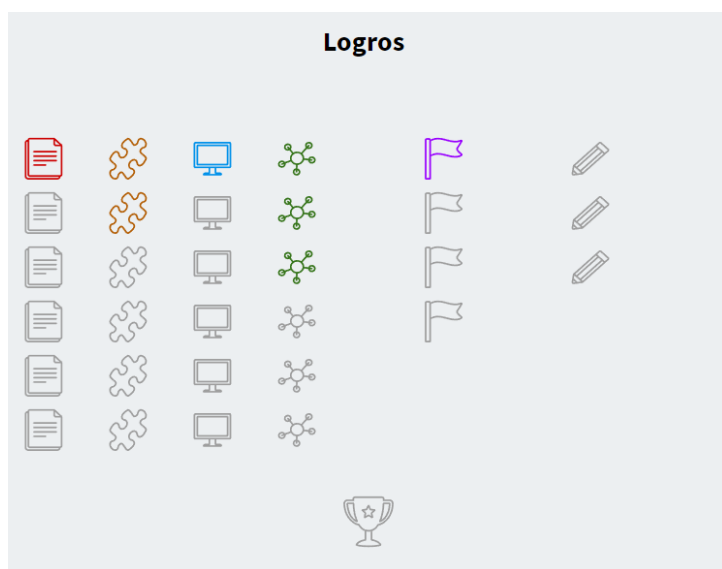
- **Cuestionarios:** sobre los distintos contenidos de teoría, lo que permite a los estudiantes la autoevaluación de los conocimientos necesarios para solventar los exámenes de teoría.
- **Ejercicios de código:** estos ejercicios pueden ser muy variados y permiten a los estudiantes practicar los conocimientos adquiridos en las prácticas a su propio ritmo.
- **Minijuegos:** que reforzarán y plantearán retos relacionados con los conceptos estudiados en la parte de teoría.
- **Actividades en grupo:** que favorecen la comunicación entre estudiantes y sus capacidades organizativas y de liderazgo.

Las actividades no estarán visibles desde el principio de la asignatura, sino que irán apareciendo según los alumnos vayan avanzando a lo largo de los temas. El objetivo es la motivación, usándose la actividad como herramienta de autoevaluación, por lo que no todas las actividades serán calificadas, sino que en algunas actividades solo se valorará si el alumno las ha realizado o no, recibiendo previamente el alumno retroalimentación de la actividad para su autoevaluación.

Los cuestionarios y actividades en grupo se podrán entregar una sola vez o un número limitado, pero los minijuegos y los ejercicios de código podrán repetirse todas las veces que el alumnado desee. Conforme se superen las diferentes actividades el alumno irá consiguiendo recompensas o logros que irá coleccionando (Figura 4). Este sistema de actividades y recompensas puede ser muy útil tanto para el profesorado como para el alumnado. En primer lugar, permitirá al profesorado conocer el nivel general de la clase y detectar la existencia de temas o secciones de la asignatura que son menos claras para los alumnos; y, por tanto, determinar si algunas actividades deben ajustarse al nivel de los alumnos. En segundo lugar, para el alumnado será útil a dos niveles. Por una parte,

servirá como una herramienta para que lleve un control sobre el nivel de conocimiento de la asignatura. Por otra parte, las recompensas fomentarán la motivación continua a lo largo de la asignatura, ya que le permite registrar el progreso y favorecerán la motivación intrínseca. Por lo que podemos ver, este sistema de logros es muy útil tanto para los alumnos como para los profesores.

**FIGURA 4.** Boceto del sistema de logros de la experiencia de gamificación. La primera columna corresponde con los cuestionarios, la segunda con los minijuegos; la tercera representa los ejercicios de código y la cuarta corresponde con las actividades en grupo. Aparte aparecen otros tres tipos de logros: banderines, que representa la superación de todas las actividades de cada tema, los lápices presentan los exámenes superados y finalmente con una copa se representa la superación de la asignatura.



**Preparación página web:** para llevar a cabo la experiencia necesitamos de una plataforma que nos permita colgar el material de la asignatura, realizar las actividades por parte de los alumnos, publicar las calificaciones y mostrar el muro de logros al alumnado. Para ello hemos decidido crear una página web propia de la asignatura, sin embargo, se podría realizar en plataformas ya creadas como puede ser Moodle. Esta página web está compuesta por varios elementos, como se puede observar en la Figura 5.

- **Visualización del contenido de la asignatura:** en la parte superior aparecerá un árbol donde los alumnos podrán ver los diferentes temas y secciones que componen la asignatura, estructurado como un árbol, imitando los árboles de tecnologías de muchos videojuegos de estrategia o conocimientos, como pueden ser el Civilization VI o el Age of Wonder 4. La principal ventaja de estructurar así la asignatura es que el alumnado podrá observar de manera más directa las relaciones entre los diferentes conocimientos que se espera adquirir durante el transcurso de la asignatura. De este modo, evitamos que se asuman como conocimientos aislados, propiciando el aprendizaje profundo de los mismos. Tener una apariencia similar a la de los videojuegos, aumentará el interés de los estudiantes. En cada nodo del árbol aparecerán los materiales teóricos de la asignatura asociados, actividades vinculadas a ese tema o sección y todo el material que los alumnos necesitan para su estudio. Conforme el alumno complete cada nodo del árbol, este cambiará su aspecto, marcando que ha sido finalizado y los diferentes logros alcanzados se mostrarán en el muro de visualizaciones.
- **Sistema de recompensas:** debajo de la visualización del contenido de la asignatura aparecerá una sección. En ella, se mostrará un muro o sistema de recompensas/logros donde los alumnos irán coleccionando las diferentes recompensas obtenidas a lo largo del curso, según lo explicado en el apartado anterior.
- **Material de teoría:** el material de teoría necesario para el acercamiento al nodo que se está trabajando aparecerá en la parte inferior izquierda. Los materiales de esta sección se mantendrán constantes y no se modificarán para la experiencia, sólo se modificará su organización, para seguir el árbol de contenidos. De este modo, podrán acceder a la misma información que en los apuntes tradicionales, modificando el orden para un acceso natural directo conforme el estudiante avanza por el camino que haya escogido.

**FIGURA 5** Boceto del aspecto de la página web de la asignatura. Imagen del árbol de temas extraído del videojuego Civilization VI.



Fuente: Elaboración propia basada en el videojuego Civilization VI (Modernalia).

### 3.1.3. Método de evaluación

Para poder evaluar la eficacia de esta metodología en la asignatura de Fundamentos de Programación, deberemos crear un sistema de evaluación que nos permita medir el cambio que ha supuesto en el alumnado. Para poder evaluar el rendimiento de la metodología en primer lugar deberemos tener al menos un grupo control con el que comparar los resultados. Por ello en primer lugar se dividirán los grupos de la asignatura en dos: la primera mitad mantendrá la metodología original de la asignatura, sin aplicar técnicas de gamificación y la segunda mitad de los grupos realizarán la experiencia de gamificación propuesta en este trabajo. El número de grupos mínimo deseable sería cuatro, para comprobar si la metodología obtiene los mismos resultados en los diferentes grupos que llevaron a cabo la experiencia. La división entre gamificación y metodología tradicional nos permitirá tener un grupo de control para comparar los resultados obtenidos. Además, se realizará una comparación con los resultados obtenidos en los cursos anteriores para poder

confirmar si los resultados obtenidos con la metodología de gamificación han supuesto una mejora frente al rendimiento de la metodología tradicional, evitando posibles sesgos debidos al año en el que se aplicó la metodología.

Para poder evaluar la metodología vamos a utilizar diferentes fuentes de información:

- ***Página web de la asignatura:*** de la página web se podrán extraer ficheros donde se muestre la consecución de las actividades por parte del alumnado, las calificaciones obtenidas en los diferentes exámenes, prácticas y actividades. Esto nos permitirá medir el rendimiento global de la asignatura, el seguimiento de las actividades y también nos permitirá conocer los puntos débiles de nuestra metodología para mejorarla cada curso.
- ***Cuestionario para los alumnos:*** en este cuestionario pediremos al estudiantado la opinión sobre la metodología a diferentes niveles. De manera que nos permita conocer su valoración y la consecución de las competencias de la asignatura. Otra parte del cuestionario se centrará en evaluar la adquisición de competencias blandas gracias a las actividades propuestas.

### 3.2. EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO

Una vez preparada y organizada la metodología se tendrá que aplicar durante al menos un curso completo para poder obtener los datos necesarios para su posterior análisis. A lo largo de la experiencia será muy importante que los profesores revisen asiduamente la realización de las actividades para comprobar si se adecuan al nivel del grupo o si, por el contrario, se debe ajustar parte de las actividades a lo largo del curso.

### 3.3. CIERRE Y EVALUACIÓN

Una vez completada la experiencia de gamificación en un curso completo se realizará un cuestionario al alumnado como fuente de información para el posterior análisis y valoración de la metodología aplicada.

Por otro lado, se extraerá la siguiente información de la página web:

- La calificación de las diferentes pruebas evaluables con los grupos control, las prácticas y exámenes.
- La calificación de las diferentes actividades de la metodología de gamificación evaluables y que tengan un número limitado de intentos. En caso de las actividades en las que se puedan realizar varios intentos, se analizarán tanto los resultados del primer intento como del último.
- El número de actividades planteadas en la metodología de gamificación realizado por cada alumno, que nos servirá de indicador de la consecución de dicha experiencia y de abandono de la asignatura.
- La relación de alumnos que han superado la asignatura con respecto a la consecución de la experiencia.

La encuesta proporciona la siguiente información:

- Valoración general de la experiencia de gamificación.
- Valoración independiente de los diferentes tipos de actividades propuestas. En este apartado los alumnos podrán no solo mostrar si las actividades han sido útiles para la superación de la asignatura, si no que también podrán plantear las modificaciones que realizan en las mismas. Si cambiarían alguna, si aumentarían o disminuirían la dificultad de las actividades o si añadirían actividades que los profesores no han planteado.
- La adquisición de habilidades blandas, aunque la complejidad de las mismas no facilita su valoración, como la creatividad y resolución de problemas, las habilidades comunicativas e interpersonales o la responsabilidad.
- Valoración de la motivación de los estudiantes, comparado con otras asignaturas, es decir, si la metodología ha favorecido la motivación del alumnado.

Una vez extraída y organizada toda esta información se comparará con los resultados obtenidos en los grupos control, a los que se realizará un

cuestionario similar sobre la metodología tradicional, y con los resultados obtenidos de cursos anteriores. En el caso de este último análisis, tendremos que basarnos principalmente en los resultados de las actividades comunes y evaluables, exámenes y prácticas.

Para analizar las posibles diferencias significativas que surgen al cambiar la metodología tradicional por la propuesta, se analizarán los datos aportados por la web de la asignatura y los cuestionarios realizados desde un punto de vista estadístico. De esta manera, podremos aceptar o rechazar la hipótesis inicial expuesta en los objetivos del trabajo: “las metodologías de gamificación pueden mejorar el rendimiento general, reducir la ratio de abandono y mejorar la motivación del alumnado”. Al tener un grupo de control, podremos analizar de manera directa los aspectos calificativos de la evaluación y contrastar el nivel de motivación que ha sentido el alumnado, así como el nivel de compromiso del estudiante con la asignatura dependiendo de pertenencia. Una vez analizados los resultados el profesorado de la asignatura que ha aplicado la metodología deberá valorar los puntos fuertes y débiles de la misma. En caso de las debilidades, deberán realizarse los cambios necesarios, modificación del tipo de actividades o ajustes de la dificultad, para adecuar la experiencia a la asignatura seleccionadas. En caso de las fortalezas se deberán mantener en los siguientes cursos para que progresivamente la metodología deje de ser una novedad y se integre de manera habitual en la asignatura. Para llegar a esta situación se deberá realizar durante varios cursos, para ajustar las necesidades y confirmar de manera más prolongada sus beneficios sobre la metodología tradicional.

#### 4. RESULTADOS ESPERADOS Y CONCLUSIONES

Existe una gran variedad de vías para la mejora de motivación del alumnado y el rendimiento de las asignaturas de los grados de ingeniería informática de la ETSISI. La falta de motivación y compromiso por parte del alumnado es uno de los principales problemas de la enseñanza. Una solución prometedora y flexible es la gamificación. Además, el alumnado de los dos primeros cursos del grado escogido, especialmente el de

los dos primeros años, tiene un perfil que resulta idóneo para esta metodología.

La gamificación puede permitir mejorar los resultados de aprendizaje y por ello mejorar el rendimiento medio de la asignatura. Facilitará que los alumnos promuevan no sólo las competencias básicas, transversales y comunes que los alumnos necesitan para obtener el título del grado, sino también otras habilidades blandas, como la responsabilidad o la creatividad y habilidades personales, como las capacidades comunicativas.

Aunque la aplicación y el análisis de su eficacia puede traer consigo diversos problemas o dificultades, como el descontento de los alumnos que no sigan esta metodología o que haya alumnos con un perfil más distante con las TICs y los videojuegos, se espera que se cumpla la hipótesis inicial de mejora del rendimiento general de la asignatura aplicada. Además, se esperan alcanzar otros objetivos secundarios como puede ser: un aumento en la participación del alumnado, una disminución de la ratio de abandono, que la valoración general del alumnado sea positiva y que faciliten la adquisición de competencias.

El trabajo presente no representa una solución definitiva para el problema detectado sino un punto de partida que abre numerosas vías para mejorar la enseñanza. La flexibilidad de la metodología propuesta permite su combinación con otras para potenciar las ventajas y reforzar las debilidades. Una posible fusión de metodologías es la inclusión del Aprendizaje Basado en la Investigación (ABI). Al incluir pequeñas tareas de investigación entre los retos del juego, se potencia la creatividad y la capacidad de aprender de manera autónoma. Otra opción es la inclusión de la técnica del aula invertida, que permite acercar previamente el conocimiento al alumnado con pequeñas píldoras para mejorar el rendimiento durante la práctica de la gamificación. De este modo, se consigue un aprendizaje más profundo y autónomo, además de permitir una mayor agilidad en el transcurso de la clase práctica.

Partiendo de la propuesta, surge una línea de investigación prometedora consistente en explorar las diferentes actividades o esquemas de gamificación existentes para obtener mejores resultados y conseguir una mejor adecuación a la asignatura actual y adaptarnos a un mayor número de



asignaturas. De este modo, podremos mejorar la herramienta para conseguir potenciar un mayor número de competencias (comunes, transversales y básicas) que el alumno necesita para conseguir el título del grado y alcanzar los conocimientos esenciales para el desarrollo de futuros trabajos, mejorando la inclusión en el ámbito laboral.

## 5. REFERENCIAS

- Gamification in education. Obtenido de Learning theories. (2019 de Noviembre de 22). Obtenido de Learning Theories: <https://n9.cl/bj73j>
- Anguera de Sojo Hernández, Á., Liz López, H., Torregrosa López, J., & Villar Rodríguez, G. (2022). El aprendizaje servicio en las enseñanzas técnicas: experiencias de éxito. En A. Martín García, M. Souto Rico, & R. Guede Cid, Nuevos enfoques en innovación educativa y transferencia de conocimiento: aplicación en ingenierías y enseñanza STEM (págs. 170-190). Madrid: Dykinson.
- Consejo de Universidades. (2009). Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades, por la que se da publicidad al Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de. En M. d. Educación, Boletín Oficial del Estado. Madrid, España. Obtenido de <https://n9.cl/ygutd>
- De la Iglesia Villasol, M. C. (2019). Huellas de los estudiantes en las plataformas virtuales. Aplicación para evaluar una metodología de aprendizaje activo. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 22(3), 173-191. doi:<https://doi.org/10.6018/reifop.371341>
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Educational Technology & Society*, 18(3), 75-88. Obtenido de <https://n9.cl/y1d50>
- Ferrari, A., Cachia, R., & Punie, Y. (2009). Innovation and Creativity in Education and Training in the EU Member States: Fostering Creative Learning and Supporting Innovative Teaching Literature review on Innovation and Creativity in E&T in the EU Member States (ICEAC). JRC Technical Notes.
- Guerrero-Alcedo, J. M., Espina-Romero, L. C., & Nava-Chirinos, Á. A. (2022). Gamification in the university context: bibliometric review in Scopus (2012-2022). *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(5), 309-325. doi:<https://doi.org/10.26803/ijlter.21.5.16>

- Martín, A., & Valero Redondo, M. (2022). InVes: mejora en la calidad docente y contenidos docentes mediante investigación continua aplicada. En A. Martín García, M. Souto Rico, & R. Guede Cid, Nuevos enfoques en innovación educativa y transferencia de conocimiento: aplicación en ingenierías y enseñanza STEM (págs. 21-34). Madrid: Dykinson.
- Ministerio de Universidades, Gobierno de España. (2022). Datos y cifras del Sistema Universitario Español. Publicación 2021-2022. Obtenido de [https://www.universidades.gob.es/wp-content/uploads/2022/11/Datos\\_y\\_Cifras\\_2021\\_22.pdf](https://www.universidades.gob.es/wp-content/uploads/2022/11/Datos_y_Cifras_2021_22.pdf)
- Modernalia. (s.f.). Sid Meier's Civilization VI. Recuperado el 2023 de Mayo de 18, de <https://n9.cl/ji3xf>
- Murillo, A. (2017). ¿Qué es la innovación educativa? Recuperado el 19 de 05 de 2023, de Observatorio de Innovación educativa: <https://n9.cl/ywj4>
- Scott, F., Eddy, S. L., McDonough, M., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the national academy of sciences*. 111(23), 8410-8415. doi:<https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Sota, A. (22 de Noviembre de 2019). Noves metodologies i tendències educatives. Obtenido de Compromís educatiu i social. Obtenido de Bloc de la Fundació Pere: <https://n9.cl/a9qju>

IMPACT OF THE ONLINE QUIZZING GAME ‘KAHOOT!’  
IN THE ACADEMIC PERFORMANCE WHEN USED  
AS EVALUATION TOOL:  
A THREE-YEARS STUDY IN A LABORATORY  
AT THE UNIVERSITY OF LA LAGUNA  
(CANARY ISLANDS, SPAIN)

---

SERGIO J. ÁLVAREZ-MÉNDEZ

*Instituto Universitario de Bio-Organica Antonio González  
Universidad de La Laguna  
Departamento de Química Orgánica  
Universidad de La Laguna*

JALEL MAHOUACHI MAHOUACHI

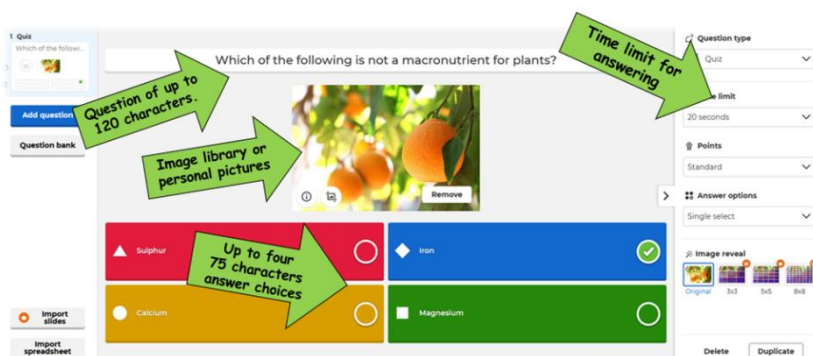
*Departamento de Ingeniería Agraria y del Medio Natural  
Universidad de La Laguna*

## 1. INTRODUCTION

Gamification is a didactic technique which consists on adding game-like elements such as progress bars, points, rewards and so on to a non-game task to catch the students’ attention and to stimulate their participation (Nah et al., 2014). It is a concept closely linked to game-based learning, in which the learning process itself becomes the game to favor knowledge and skills acquisition (Qian & Clark, 2016), and even to serious/applied games, albeit the latter are more associated to the video-game format (Krath et al., 2021). All these terms share an educative and non-merely ludic purpose. After the irruption of Information and Communications Technologies and the popularization of Internet, teaching methods have progressed allowing online and blended learning, and gamification options has evolved parallelly (Khaldi et al., 2023). The benefits of including frequent quizzes as motivating tool in blended learning has been proved (Spanjers et al., 2015). Several virtual platforms such as ‘Kahoot!’, ‘Socrative’, and ‘Quizizz’ among others allow

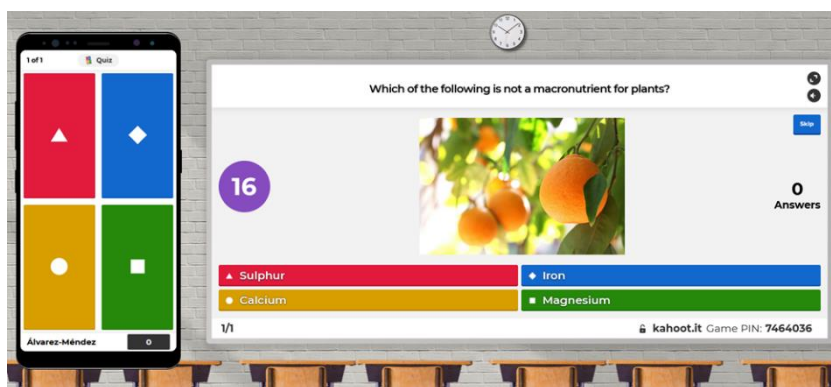
teachers to prepare quizzing games and to share them with their students to be played as a question-and-answer television game show (Ekici, 2021). As an example, FIGURE I illustrates the appearance and user-adjustable features of ‘Kahoot!’ during the quiz creation process, which can be either from the ground up or adapting others from the library. Once prepared, the quiz game may be shared via a pin code and played individually, in groups, at the students’ own pace or live either remote or in classroom. This last case involves a projector and a screen, as well as students’ own devices where they can choose the answer from those projected in the screen, as shown in FIGURE 2.

**FIGURE 1.** Preparation of a customized quiz game based on single-choice questions.



Source: own elaboration from <https://kahoot.com/>

**FIGURE 2.** Appearance of the quiz game once released in the classroom.



Source: own elaboration from <https://kahoot.com/>

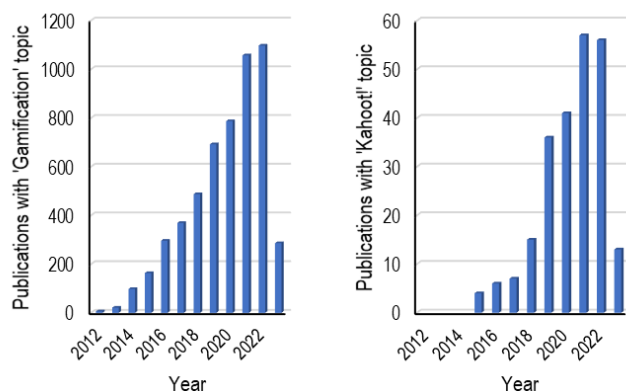
As ‘Kahoot!’ instantly store, analyse and report the students’ answers to the teacher (FIGURE 3), it acts as a web-based student response system (Kocak, 2022). As illustrated in GRAPHIC 1, both ‘Gamification’ as ‘Kahoot!’ have gained popularity during the last years, even more after COVID-19 pandemic (Krouska et al., 2022).

**FIGURE 3.** Report of the students’ performance in a downloadable spreadsheet.

Plant nutrition Exam									
Kahoot! Summary									
Rank	Player	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
1	Student 3	909	963	884	966	772	0	906	978
2	Student 6	907	0	941	969	937	964	857	858
3	Student 1	856	868	940	831	952	0	887	965
4	Student 2	0	976	758	873	828	916	907	905
5	Student 7	893	778	947	0	811	922	917	773
6	Student 4	859	972	709	967	781	0	853	974
7	Student 10	953	917	939	0	956	0	926	973
8	Student 8	927	963	960	971	922	0	0	932
9	Student 9	0	927	847	788	0	0	764	979

Source: own elaboration from <https://kahoot.com/>

**GRAPHIC 1.** Number of publications by year containing ‘Gamification’ or ‘Kahoot!’ topics.



Source: own elaboration based on data compiled from a search conducted in Web of Science on 10th May 2023, in which articles, review articles, book chapters and book reviews were selected as document type.

The pedagogical potential of ‘Kahoot!’ have been widely studied since its release in 2013, and many research works have been compiled and discussed in several literature reviews (Ekici, 2021; Wang & Tahir, 2020; Zhang & Yu, 2021). In general, the principal conclusions are that ‘Kahoot!’ can be helpful improving classroom social dynamics, attitudes and interactions between teachers and students, as well as enhancing learning performance (Wang & Tahir, 2020; Zhang & Yu, 2021). In this context, the literature analysis conducted by Wang & Tahir included 36 studies focused on the learning outcome using ‘Kahoot!’ as a teaching tool. Thirty of these research papers targeted university students, encompassing diverse disciplines such as language, engineering, science, educational technologies, nursing, and so on. Furthermore, the experiments have been performed in countries as far afield as the USA, Taiwan, Spain, Italy, Norway, etc., which reveals the popularity and the global scope of ‘Kahoot!’. Most of the studies about the learning effect derived from the use of ‘Kahoot!’ are based on a comparison with traditional teaching methods. In most of the reviewed articles, statistical tests demonstrate that groups subjected to game-based learning using ‘Kahoot!’ significantly improved their academic results when compared to traditional teaching control groups (Wang & Tahir, 2020). However, there are some exceptions in which learning performance worsens or do not change. For example, Ranieri et al. (2021) conducted an experiment involving about 400 students and applying ‘Kahoot!’ as learning tool in three of the eight total lessons of Educational Technologies at the University of Florence, Italy; in general, they found that students obtained better learning outcomes, although no significant improvement was found for those topics of a more practical nature.

A less common kind of experiment involves the use of ‘Kahoot!’ for students’ evaluation, such as that performed in the context of a lecture about basic computer knowledge at Norwegian University of Science and Technology in 2013 (Wang et al., 2016). A total of 384 first year students were divided into three subgroups (127, 175 and 82 students) which were respectively assessed after the lecture given by the same teacher by means of a conventional paper quiz, a non-gamified student response system (‘Clicker’) and a gamified approach (‘Kahoot!’).

Students' motivation, enjoyment, engagement, and concentration significantly improved when 'Kahoot!' was used instead of the paper format. However, no significant differences in scores were found when compared between paper and 'Kahoot!' formats. This is an interesting and usually forgotten aspect in research about gamified quizzing games: in spite of its huge popularity, there is still a lack of information about how 'Kahoot!' impacts in the students' academic performance when used not as a teaching utility, but as an evaluation tool.

## 2. OBJECTIVES

The main goal of this work consists on testing during three years the online quizzing game 'Kahoot!' as an alternative format to traditional exams for evaluating students from an engineering degree in a university institution. Concretely, the following aspects are addressed:

- Previous knowledge of the students regarding the existence of 'Kahoot!'.
- Impact of the exam format in the students' marks.
- Influence of the format in the perception of the exams' difficulty.
- Preference of format by the students.
- Collection of subjective impressions, diagnosis of problems and tips for troubleshooting.

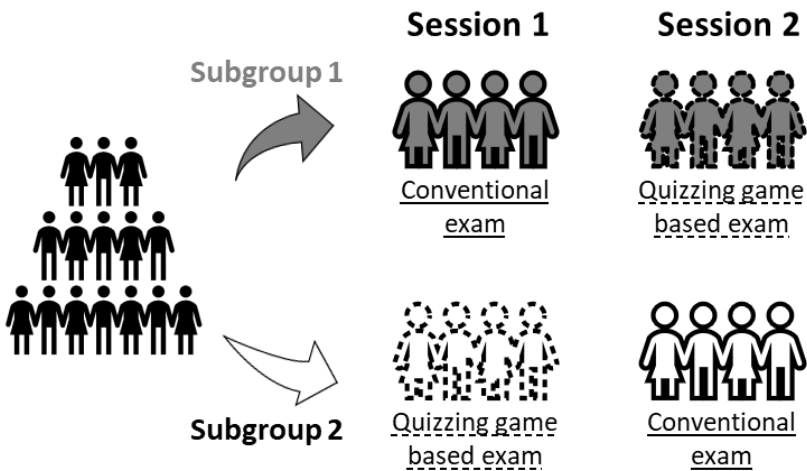
## 3. METHODOLOGY

'Genetic and Plant Breeding' is a six credits subject (according to the European Credit Transfer and Accumulation System) taught during the second semester of the third course of the degree in 'Agricultural and Rural Engineering' at the University of La Laguna (Tenerife, Canary Islands, Spain). This subject includes four practical laboratory sessions focused on DNA and RNA analyses, and polymerase chain reaction and electrophoresis techniques, by using plant species materials. Students are normally divided into two subgroups for the practical period to

achieve an optimal teacher-student interactive experience and to enhance their participation. Evaluation is performed via an individual laboratory report that must be delivered within a week from the end of each session, as well as by a ten two-choice questions exam which is performed immediately after each session.

This study was carried out in two of the practical sessions during three consecutive academic courses, concretely, in 2021, 2022 and 2023, and the same methodology was followed each year. Over the three studied years, data from 28, 17 and 21 students were collected, respectively (n = 66). During the first session, the first subgroup was assessed via a conventional paper-and-pencil exam, whereas the second subgroup was independently evaluated by means of the same exam but employing the ‘Kahoot!’ format. For the second session, subgroups and evaluation techniques were exchanged (FIGURE 4).

**FIGURE 4.** Methodology based on a subgroups and exam formats rotative strategy.



Source: own elaboration

Maximum total time for answering both kind of exams was 3 min and 20 seconds, i.e., a pre-fixed maximum time of 20 seconds for each question in the ‘Kahoot!’ format and an average time of 20 seconds for question in the traditional format. For each subgroup, it was added a first



non-scoring question in the ‘Kahoot!’ based exam (‘Did you know ‘Kahoot!’ before this exam?’) with a double objective: on the one hand, it allowed us to value the popularity of the platform, and on the other hand, it gave the opportunity of getting comfortable with this format to those students which had not played it before. In each session, marks (from 1 to 10) and impressions about the difficulty of the exams (using a 4-point Likert scale, being 1 very easy, 2 easy, 3 difficult and 4 very difficult) were acquired. As the quizzing game participants automatically get a higher score if they quickly answer the questionnaire, it was established as criterion that only the number of correct answers was considered for obtaining a 1 to 10 score equivalent to that from the traditional exam. The number of answers which students changed by pen in traditional exams was quantified. Finally, after the last session, students were asked by their preference for the exam format (conventional, ‘Kahoot!’ or indifferent), as well as by their identification with male, female or other genders. Data from those students who changed practice subgroups or who abandoned the subject before the end of the laboratory sessions were suppressed and not included in this study.

Data representation was carried out with Excel 2019 version 1808 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA), and statistical analyses with the software SPSS Statistics version 26.0.0.0 (IBM Corporation, Armonk, New York, USA). Statistical significances were obtained via non-parametric Mann–Whitney  $U$  and Kruskal–Wallis  $H$  tests if comparing 2 or more than 2 groups, respectively.

## 4. RESULTS AND DISCUSSION

### 4.1. UNIFORMITY OF THE STUDIED GROUPS AND PREVIOUS KNOWLEDGE ABOUT ‘KAHOOT!’

In this study, groups of 28, 17 and 21 students participated in 2021, 2022 and 2023, respectively, with a yearly masculine predominance of the 68, 65 and 76% as shown in TABLE 1. The percentage of male students in the six studied subgroups ranged from 57 to 82%. In total, a 70/30 male/female ratio (46 vs 20) was observed, i.e., male students were as average 2.3-fold more abundant than female ones, as is still usual in

agricultural higher education (Gibbons et al., 2022). No significant differences were found in any of the topics discussed in the present study when considering the independent variable ‘gender’.

A reference score was obtained for each subgroup based on the marks obtained in the other laboratory sessions of the subject. Analysis of those average scores with regards to the variables ‘year’ and ‘subgroup’ also revealed uniformity in the groups of study throughout the years, which should allow a better comparison of the target scores of this study, i.e., those obtained when subgroups were sequentially examined via the traditional and the quizzing game formats.

By contrast, TABLE 1 also showed a yearly increase in the percentage of students which knew about ‘Kahoot!’ prior to their participation in this study. Thus, in 2021 only a 43% of the students knew the platform, but this percentage rose to 65% in 2022, and finally reached a 90% in 2023. This increasing trend observed in the number of students that knew ‘Kahoot!’ before they participated in this study is in line with data shown in GRAPHIC 1: mobile game-based learning has become more popular in the last years (Krouska et al., 2022).

**TABLE 1.** Distribution of students ( $n = 66$ ) during the studied period, reference scores from previous laboratory sessions and prior knowledge about the existence of ‘Kahoot!’

Year	Subgroup	Number of students			Reference score*	Students which knew ‘Kahoot!’ before this study		
		Male	Female	Total		Male	Female	Total
2021	1	9	3	12	8,17 ± 0,32 a	2	1	3
2021	2	10	6	16	7,52 ± 1,16 a	4	5	9
2022	3	7	3	10	7,40 ± 1,58 a	5	1	6
2022	4	4	3	7	7,86 ± 1,21 a	3	2	5
2023	5	7	3	10	8,60 ± 1,35 a	7	2	9
2023	6	9	2	11	8,55 ± 0,82 a	9	1	10

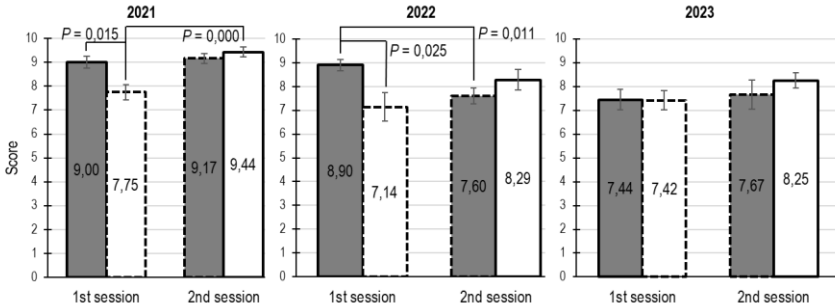
\* No significant differences were found in the reference score of the studied subgroups.

Source: own elaboration

## 4.2. IMPACT OF THE EXAM FORMAT IN THE ACADEMIC PERFORMANCE

The performance of the students within the same subgroup and within the same practical session was yearly studied considering the variable ‘exam format’. For each academic course, GRAPHIC 2 illustrates the average score obtained for the first of the two subgroups in dark grey, whereas average score from the second subgroup is represented in white. Moreover, a plain border line means that the conventional paper-and-pencil exam was used as evaluation tool, while a dashed border line indicates that ‘Kahoot!’ was chosen as exam format. Scores are expressed as means  $\pm$  standard errors in all the cases.

**GRAPHIC 2.** Scores obtained via conventional and ‘Kahoot!’-based exams.



Dark grey shape's fill (■): subgroup 1; White shape's fill (□): subgroup 2; Plain border line: conventional exam; Dashed border line: quizzing game-based exam. Data expressed as means  $\pm$  standard errors; P values are given for those values in which significant differences were found. Source: own elaboration

In the first practical session of 2021, the subgroup evaluated via a conventional exam obtained a  $9,00 \pm 0,25$ ; by contrast, the second subgroup obtained a significantly lower  $7,75 \pm 0,32$  when the same exam was carried out using the quizzing game-based format. When the subgroups and the evaluation techniques were exchanged in the second practical session, no differences were found in the yield of the first subgroup regarding the previous session: their score was independent of the exam format. However, when the second subgroup was evaluated by means of the traditional exam format, their average score underwent a significant increase from  $7,75 \pm 0,32$  to  $9,44 \pm 0,20$ .

Similar significant differences were also found during the first practical session in 2022: the subgroup which was traditionally evaluated got an  $8,90 \pm 0,23$  in contrast to the  $7,14 \pm 0,59$  achieved by the subgroup which employed ‘Kahoot!’. Again, the second subgroup improved his yield when the conventional exam was used in the second practical session. Interestingly, on this occasion the significant change was found when the first subgroup was evaluated via the gamified exam, since their average mark decreased from  $8,90 \pm 0,23$  to  $7,60 \pm 0,34$ .

Regarding 2023, in each of the two sessions the scores were slightly better when conventional exams were conducted. However, on the contrary as we had expected when reference scores were analyzed (TABLE 1), average marks in 2023 were significantly lower than those from 2021 and 2023. Additionally, and independently of the exam format, in 2023 both subgroups improved their marks during the second session, which is in line with the global tendency, i.e., the contents and/or the exam of the second session were significantly easier for the students. These observations are indeed a point in favor to the designed methodology, since the subgroups rotative strategy followed each year allowed us to avoid bias. For instance, merely comparing ‘Kahoot!’-based scores with those traditional scores obtained in the same exam by other groups and/or other years, or keeping one unique group to contrast their scores when they are evaluated using the two formats but from different contents.

In summary, the robust protocol presented herein has revealed significant differences in the academic performance when considering the two exam formats (conventional and quizzing game-based), despite covering subgroups with students of different potential and contents/exams with dissimilar difficulties. Thus, a sharp significant decrease in the marks was observed when exams were performed in the gamified fashion instead of the traditional paper-and-pencil format ( $7.85 \pm 0.18$  vs.  $8.67 \pm 0.14$ ,  $n = 66$ ,  $P = 0,001$ ).

In the consulted literature, the students’ academic yield generally improves when ‘Kahoot!’ is involved in the teaching-learning process (Ekici, 2021; Wang & Tahir, 2020; Zhang & Yu, 2021). However, less information is available about the use of ‘Kahoot!’ for recording

academic scores, or about its application in the engineering or science laboratory.

On the one hand, no significant enhancement in the students' scores was found in a similar previous study in which a group of students (127) was assessed via a conventional paper-and-pencil exam and a different second group (82) was evaluated from the same content but using 'Kahoot!' (Wang et al., 2016). This outcome agrees with those shown in GRAPHIC 2 for the second sessions of our experiment, albeit herein we have provided extra useful data due to both groups were subjected to both evaluation techniques.

On the other hand, our study was performed during laboratory sessions, therefore the target topics eminently owns practical features. In a similar case which involves a differentiation between topics of theoretical and practical nature, the employment of 'Kahoot!' only improved the students' academic yield when theoretical topics were taught supported by 'Kahoot!'; by contrast, it was less effective when applied to teaching the most practical concepts of a given subject (Ranieri et al., 2021).

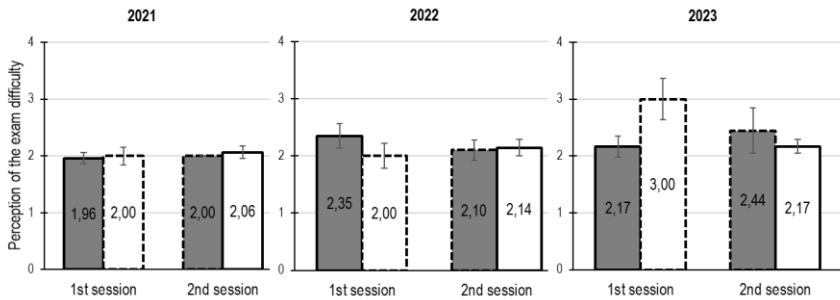
Llanos et al. (2021) used 'Kahoot!' as evaluation tool in three third-year subjects of Chemical Engineering Degree at University of Castilla-La Mancha (Spain). They implemented a 'Kahoot!' exam prior to the first session of two entirely laboratory subjects and also before the practical laboratory sessions of another subject. However, they did not compare the obtained scores with others from control students, since 'Kahoot!' was just used to add an extra motivation for achieving success in the questionnaires.

#### 4.3. PERCEPTION OF THE EXAM DIFFICULTY DEPENDING ON THE FORMAT

As discussed above, the traditional format allowed the students to reach an average score 0,82 units (over 10 total points) higher than the quizzing game format. Curiously, the perception of the exams' difficulty did not change significantly based on the exam format in any of the six laboratory sessions executed during the three years of study, not even in the first session conducted in 2023 (GRAPHIC 3). Thus, no significant differences were found globally in the perception of the inherent

difficulty to gamification-based and traditional exams ( $2.26 \pm 0.11$  vs.  $2.13 \pm 0.06$ ,  $n = 66$ ,  $P = 0,836$ ). By contrast, significant differences were found when comparing this perception by years and session. Indeed, the exam of the first session was considered easier than that from the second session, and students from 2023 perceived both exams more difficult than students assessed in 2021 and 2022. These two findings are in line with the trend observed in the scores.

**GRAPHIC 3.** Perception of the conventional and ‘Kahoot!’-based exams’ difficulty.



Dark grey shape's fill (■): subgroup 1; White shape's fill (□): subgroup 2; Plain border line: conventional exam; Dashed border line: quizzing game-based exam. Marks based on a 4-point Likert scale, being 1 very easy, 2 easy, 3 difficult and 4 very difficult. Data expressed as means  $\pm$  standard errors. Source: own elaboration.

#### 4.4. STUDENTS' PREFERENCE FOR THE EXAM FORMAT

After what was shown above, even more curious was that a striking preference for the game format was found instead of the conventional format: 67% vs 23% (the rest of the students did not show a preference by one or another format). Thus, ‘Kahoot!’ option was 2,9-fold times more preferred than conventional exam, in spite of the general worst academic yield found when this technique was used for evaluation. A ‘Kahoot!’-based quiz was also perceived significantly more enjoyable than a paper quiz in a study performed with 384 students in Norway (Wang et al., 2016). The general preference for the quizzing game format sides with widely reported increase of students’ enjoyment and motivation when they use ‘Kahoot!’ (Ekici, 2021; Wang & Tahir, 2020; Zhang & Yu, 2021), or any gamification technique in general (Nah et al., 2014). In a science laboratory context, Carrillo et al. (2019) found that ‘Kahoot!’

increased competitiveness, participation and enthusiasm when used as part of a gamified activity carried out in a 2 hours session performed by third course students of the Teaching Training Degree in Primary Education (University of Alcalá, Spain).

#### 4.5. TROUBLESHOOTING AND TIPS

Those students who chose traditional format usually claimed that they considered ‘Kahoot!’ as a short game to be used punctually in the context of an academic explanation, not as an evaluation tool. This appreciation is similar to that reported by Wang & Tahir (2020), who highlighted that some students could feel anxiety and stress under a question-and-answer competition. Poblaciones et al. (2021) suggested as causes of the stress the limited answer time and the possibility of getting a higher score for answering faster. Indeed, other students complained to us that ‘Kahoot!’ format implied a non-eligible response time for difficult questions. For this study, we had considered that 20 seconds as standard general time was enough for answering each of the questions. In all the performed ‘Kahoot!’ exams all the answers were recorded in time. The average time taken to answer ranged from 0,63 to 18,69, 0,58 to 18,12 and 0,96 to 15,53 seconds in 2021, 2022 and 2023, respectively. In global, it was not found significant differences between the average answer time consumed in right and wrong answers. Total time required for a ‘Kahoot!’ session was around 10 minutes, i.e., much more than the sum of the fixed time for each question. By contrast, all the conventional exams were finished before the equivalent maximum time established (3 minutes and 20 seconds). This noticeable difference stems from the extra time required for explaining the exam dynamic the first time, but especially due to the ludic atmosphere settled in all the ‘Kahoot!’ sessions, where the students tend to comment the evolution of the ranking shown between questions.

The inability to change answers once selected was another problematic issue noted when ‘Kahoot!’ was used. Conventional exams provide the students the possibility of self-correct their answers once selected by using crosses, circles, arrows, texts and so on. Indeed, from the 66 students that participated in this study, 11 (17%) reelected at least one answer,

and from whom 2 (3%) reelected two answers. Considering the total amount of 660 questions, the 13 revised questions correspond barely to the 2%. Eleven of those 13 questions (85%) were changed to the right options during the review process. Students that changed two answers were twice successful in that process, therefore 9 students (14%) improved their marks thanks to the paper-and-pencil format (7 students improved 1 point over 10 points, and 2 students improved 2 points). Interestingly, 10 of those 11 students (91%) that changed at least one answer chose ‘Kahoot!’ as preferred option for the exam format, even when this choice would have implied the impossibility of correcting their mistakes. The only of these students who chose the traditional format was one of the two which corrected two answers.

As teachers, an evident limitation that we have found in the quizzing game format is its inherent restriction to academic topics that may be formulated in a multiple-choice format. Complex numerical problems and subjects which need long and well-thought-out discourses are intrinsically limited. Moreover, it has been pointed out that the dependence of an electronic device to carry out an exam can be a handicap, since technological problems such as low batteries or deficient network connections may come to the fore (Wang & Tahir, 2020; Zhang & Yu, 2021). To foresee these possible problems, traditional format exams were available in those sessions which were evaluated using the quizzing game format, although in our case they were never necessary.

On the other hand, some clear advantages for teachers must be brought to the forefront. The conventional exams performed in this study were really easy to correct because they consisted of only ten two-choice questions and the number of examined students was relatively low ( $n = 66$ , i.e., 660 questions to be corrected by hand during the study period). However, ‘Kahoot!’ may gain importance as evaluation tool in crowded lectures or subjects, as in the examples testing around 400 students described by Wang et al. (2016) and Ranieri et al. (2021). As a student response system, another useful feature of ‘Kahoot!’ is its inherent possibility to quickly offer teachers access to those questions that are recurrently erred by students. As an example, FIGURE 3 reveals that question 6 was the most problematic of that exam at a glance, so a special



incidence in the related topic can be introduced in further lessons to improve the teaching-learning process.

## 5. CONCLUSIONS

During a study that covered three academic courses, 66 students of the subject ‘Genetic and Plant Breeding’ were evaluated once by means of a traditional paper-and-pencil exam and once via a digital quizzing game (‘Kahoot!’) exam during two practical sessions in the laboratory. An increasing trend was yearly observed in the number of students that knew ‘Kahoot!’ before they participated in the study (from 43% in 2021 to 90% in 2023). According to a Mann–Whitney *U* test, scores over 10 points obtained via ‘Kahoot!’-based exams ( $7.85 \pm 0.18$ ) were significantly lower than those obtained via conventional exams ( $8.67 \pm 0.14$ ). No significant differences were found in the perception of difficulty (1 very easy, 2 easy, 3 difficult and 4 very difficult) between ‘Kahoot!’-based ( $2.26 \pm 0.11$ ) and traditional exams ( $2.13 \pm 0.06$ ). Pre-fixed answer times, the impossibility of changing answers once selected, limitation in the kind of formulated questions and dependence of an electronic device were pointed out as the main setbacks intrinsic to ‘Kahoot!’ format. However, 67% of the students chose ‘Kahoot!’ as preferred exam format whilst 23% opted for the conventional style. In summary, digital gamified exams have looked attractive to the students. Nevertheless, a decrease in their average marks was found in this study when assessing was performed by means of the virtual quizzing game. Therefore, students’ evaluation via ‘Kahoot!’ or other similar online platforms may be counter-productive for the students’ academic yield, and their employment as unique evaluation tools should be carefully considered.

## 6. REFERENCES

- Carrillo, D. L., García, A. C., Laguna, T. R., Magán, G. R., & Moreno, J. A. L. (2019). Using Gamification in a Teaching Innovation Project at the University of Alcalá: A New Approach to Experimental Science Practices. *Electronic Journal of E-Learning*, 17(2).  
<https://doi.org/10.34190/JEL.17.2.03>

- Ekici, M. (2021). A systematic review of the use of gamification in flipped learning. *Education and Information Technologies*, 26(3), 3327–3346. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10394-y>
- Gibbons, J. L., Eguigure-Fonseca, Z., Maier-Acosta, A., Menjivar-Flores, G. E., Vejarano-Moreno, I., & Alemán-Sierra, A. (2022). “There Is Nothing I Cannot Achieve”: Empowering Latin American Women Through Agricultural Education. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.902196>
- Khaldi, A., Bouzidi, R., & Nader, F. (2023). Gamification of e-learning in higher education: a systematic literature review. *Smart Learning Environments*, 10(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00227-z>
- Kocak, O. (2022). A systematic literature review of web-based student response systems: Advantages and challenges. *Education and Information Technologies*, 27(2), 2771–2805. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10732-8>
- Krath, J., Schürmann, L., & von Korfflesch, H. F. O. (2021). Revealing the theoretical basis of gamification: A systematic review and analysis of theory in research on gamification, serious games and game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 125, 106963. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106963>
- Krouska, A., Troussas, C., & Sgouropoulou, C. (2022). Mobile game-based learning as a solution in COVID-19 era: Modeling the pedagogical affordance and student interactions. *Education and Information Technologies*, 27(1), 229–241. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10672-3>
- Llanos, J., Fernández-Marchante, C. M., García-Vargas, J. M., Lacasa, E., de la Osa, A. R., Sanchez-Silva, M. L., De Lucas-Consuegra, A., Garcia, M. T., & Borreguero, A. M. (2021). Game-Based Learning and Just-in-Time Teaching to Address Misconceptions and Improve Safety and Learning in Laboratory Activities. *Journal of Chemical Education*, 98(10), 3118–3130. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00878>
- Nah, F. F.-H., Zeng, Q., Telaprolu, V. R., Ayyappa, A. P., & Eschenbrenner, B. (2014). Gamification of Education: A Review of Literature (pp. 401–409). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07293-7\\_39](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07293-7_39)
- Poblaciones, M. J., Garcia-White, T., & Marin, C. (2021). Students’ Perception of Real-Time Quiz Kahoot! As a Review Tool in Higher Education: A Case of Study. *International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP)*, 11(4), 165. <https://doi.org/10.3991/ijep.v11i4.21359>
- Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>

- Ranieri, M., Raffaghelli, J. E., & Bruni, I. (2021). Game-based student response system: Revisiting its potentials and criticalities in large-size classes. *Active Learning in Higher Education*, 22(2), 129–142. <https://doi.org/10.1177/1469787418812667>
- Spanjers, I. A. E., Könings, K. D., Leppink, J., Verstegen, D. M. L., de Jong, N., Czabanowska, K., & van Merriënboer, J. J. G. (2015). The promised land of blended learning: Quizzes as a moderator. *Educational Research Review*, 15, 59–74. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.05.001>
- Wang, A. I., & Tahir, R. (2020). The effect of using Kahoot! for learning – A literature review. *Computers & Education*, 149, 103818. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103818>
- Wang, A. I., Zhu, M., & Sætre, R. (2016). The Effect of Digitizing and Gamifying Quizzing in Classrooms.
- Zhang, Q., & Yu, Z. (2021). A literature review on the influence of Kahoot! On learning outcomes, interaction, and collaboration. *Education and Information Technologies*, 26(4), 4507–4535. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10459-6>

# APRENDIENDO FÍSICA CON EL MÓVIL: LA INGENIERÍA EN TUS MANOS

---

SANTIAGO OVIEDO-CASADO

*Área de Física Aplicada  
Universidad Politécnica de Cartagena*

MARÍA ROSA MENA REQUENA

*Área de Física Aplicada  
Universidad Politécnica de Cartagena*

## 1. INTRODUCCIÓN

La física aspira a describir la realidad, y apunta a nuestro conocimiento sobre el comportamiento de todo sistema. Es, pues, una asignatura fundamental para la formación de cualquier carrera de ingeniería. No sólo porque en la base de la ingeniería encontramos a la física, sino, especialmente, porque aprender la física implica aprender una forma de pensar, de razonar el mundo de forma abstracta, intuitiva, y que conlleva una búsqueda constante de conexiones significativas entre hechos y conceptos complejos y aparentemente separados y arbitrarios. Este tipo de formación modela la mente de tal forma que sea capaz de afrontar problemas enrevesados mediante soluciones innovadoras.

Con miras a que el alumnado de grados en ingenierías construya apropiadamente el andamiaje correspondiente a la estructura mental asociada al pensamiento y los conceptos de la física, los cursos de física se sitúan usualmente en los primeros cursos del grado e incluyen, tradicionalmente, una parte de prácticas de laboratorio. Su propósito es el de aprender haciendo [Hofstein 2002]. Es decir, que el estudiantado tenga la posibilidad de llevar a cabo un trabajo de investigación en un entorno controlado, de forma que visualice la teoría, compruebe hipótesis, y, mediante la inmersión directa y la exposición a conflictos cognitivos, construya conocimiento [van der Pol 2010]. Idealmente, estas prácticas se

realizan en paralelo con clases de carácter más expositivo, en las que se explica la teoría y se resuelven problemas relacionados con el contenido del curriculum. Con una adecuada guía por parte del docente, esta metodología ha demostrado ser no ya de gran utilidad sino incluso esencial en la formación básica de las ingenierías [Hofstein 2002]. Sin embargo, pese al evidente interés que representan para la buena formación del alumnado, las prácticas del laboratorio de física tradicionales que se llevan a cabo en cualquier universidad española, adolecen de una serie de problemas que, especialmente en los últimos años, las convierten más en un obstáculo al aprendizaje que en una herramienta para mejorar y potenciar el mismo.

Las prácticas del laboratorio de física clásico de la gran mayoría de universidades españolas tienen en la base de su diseño la enseñanza por indagación [Husnani 2019]. Sin embargo, muy a menudo se encuentra que estas prácticas están basadas en modelos antiguos, con instrumental en muchos casos obsoleto, y con guiones estrictos, rígidos, y centrados en la repetición de mediciones. El resultado es que en numerosas ocasiones, estas prácticas no resultan en un aprendizaje exitoso. Las principales causas de esto son que, para jóvenes nacidos en la era digital, acostumbrados a las pantallas y con una capacidad de atención reducida, dichas prácticas suelen aparecer como lejanas, aburridas, y desconectadas de la teoría, con el resultado de que, lejos de ayudar a la comprensión de la teoría haciéndola visual y explícita, y de formar la mente inquisitiva, comportan un obstáculo a superar lo antes posible. Es obvio, que algunos cambios son necesarios [Sokoloff 2007, Ramirez 2008].

La pandemia debida al coronavirus supuso la interrupción de, prácticamente, todos nuestros sistemas sociales. La educación en particular, sufrió especialmente debido al confinamiento. Las clases fueron suspendidas por meses y, cuando se retomaron, las medidas de distanciamiento social hicieron que, si bien se podía acudir al aula, los laboratorios, usualmente pequeños y pensados para el trabajo en grupo, se volviesen un obstáculo. Por otro lado, en nuestro caso, representó la oportunidad perfecta para introducir cambios en las prácticas tradicionales, de forma casi obligada. Así, introdujimos la realización de prácticas de física mediante el uso de PhyPhox [Staacks 2018, Stompfer 2020], una aplicación

gratuita para iOS y Android que permite la realización de complejos experimentos de física clásica (y por lo tanto cercana al temario de la asignatura) con el smartphone, usando los sensores que éste contiene para realizar mediciones de diversas magnitudes y variables. El uso de smartphones y de PhyPhox en el laboratorio de física ya se ha demostrado en el pasado como útil y efectivo para potenciar la independencia del estudiantado a la hora de dirigir trabajo experimental y en el aprendizaje efectivo de la física [Ré 2012, Kuhn 2013, Holmes 2014, Hochberg 2018]. Estos resultados nos animaron a perseverar.

Debido al buen resultado, decidimos, en los cursos sucesivos, ya con las prácticas tradicionales retomadas, combinar éstas con el desarrollo de prácticas novedosas que utilizasen PhyPhox. Utilizando los principios del aprendizaje basado en proyectos [Condliffe 2017], y sin extinguir el uso del laboratorio tradicional, ya que a parte de ser obligatorio nos permite realizar una comparación entre ambas experiencias, comparando tanto el aprendizaje del alumnado como su grado de satisfacción, diseñamos una experiencia de laboratorio de física con PhyPhox. Las siguientes líneas describen esta experiencia y sus resultados.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal que motivó el origen del estudio que presentamos aquí fue el de buscar alternativas a las prácticas tradicionales de física en grados de ingeniería, intentando conectar con la zona de desarrollo próximo del alumnado [Vygotsky 1965], utilizando tecnologías accesibles y disponibles para todo el mundo, y, sobre todo, dándole a las prácticas un enfoque de proyecto colaborativo a la par que de investigación científica [Maldonado 2007], todo ello encaminado a potenciar el aprendizaje de una asignatura tradicionalmente complicada al tiempo que se trabajan competencias transversales en un entorno del gusto del alumnado [De Miguel Díaz 2006].

Además, pretendemos que, mediante el uso de un objeto cotidiano, la física pierda el aire de misticismo y lejanía que muchas veces se aprecia entre el estudiantado, al mismo tiempo que introducimos directamente

el uso de herramientas digitales que de necesidad van a formar parte del futuro laboral del alumnado.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. PHYPHOX

Cada smartphone que utilizamos a diario contiene una inimaginable cantidad de sensores, entre los que encontramos acelerómetros, giroscopios, magnetómetros, sensores biométricos, o barómetros, entre otros. Diversas aplicaciones hacen uso de estos sensores para proporcionarnos entretenimiento o información sin que el usuario sea consciente no ya de su uso sino siquiera de su mera existencia. Y sin embargo, estos sensores representan una interesante una fuente de información del mundo físico que nos rodea. La aplicación PhyPhox permite acceder y controlar directamente todos los sensores que posee un smartphone, convirtiendo cada smartphone en un laboratorio de medición de variables físicas.

PhyPhox es una aplicación de código libre desarrollada en 2016 por un equipo de físicos de la Universidad de Duisburg-Essen y la Universidad de Aachen, liderados por Sebastian Staacks [Staacks 2018, Stompfer2 2020], y que no sólo permite acceder, controlar y utilizar los sensores del smartphone para tomar mediciones (por ejemplo de velocidad, luz, sonido o temperatura), sino que además integra diversos experimentos de física ya programados (como pueda ser el efecto Doppler), posibilita crear experimentos nuevos, y permite al estudiantado la realización de mediciones precisas, el análisis de los datos en gráficas y mediante funciones como la transformada de Fourier, y su volcado a un ordenador para un análisis más detallado así como una comparación con las predicciones teóricas. Además, para evitar la problemática del inicio y parada de mediciones, y desligarla del factor humano, cuenta con la posibilidad del control remoto desde otro smartphone u ordenador.

Estas capacidades convierten a PhyPhox en una herramienta imprescindible para cualquier entorno educativo innovador de física, contando además con una amplia comunidad de usuarios que regularmente comparten y comunican sus resultados, experimentos, problemas y

soluciones en diferentes foros. Cuenta a día de hoy con varios millones de descargas y está traducida a una gran cantidad de idiomas.

**FIGURA 1.** Ejemplo de funcionalidad de PhyPhox, accesibilidad de los sensores, y experimentos prediseñados.



Fuente: Aplicación móvil phyphox

### 3.2. APRENDIZAJE POR PROYECTOS

La sencillez de uso, y la posibilidad de que cada estudiante tenga su propio laboratorio, hacen de PhyPhox una herramienta ideal para poner en práctica el aprendizaje por proyectos. Éste, se enmarca dentro de la teoría del aprendizaje significativo [Díaz 1999], según el cual el docente asume una función directora/supervisora del proceso de aprendizaje, al mismo tiempo que va variando el grado y autorregulación permitido al



alumnado, que asume parcelas de control sobre su propio aprendizaje. En el aprendizaje por proyectos, los estudiantes, divididos en grupos, llevan a cabo una investigación con el objetivo de dar respuesta a una pregunta, problema, o reto guía inicial, que conecta con el currículo del curso, sus intereses, y permite el entrenamiento de habilidades cognitivas superiores, como las involucradas en el pensamiento científico [Lamert 2010].

Para introducir PhyPhox en el laboratorio de física, elaboramos una serie de prácticas posibles (ver resultados), y preparamos un procedimiento esquemático que cada grupo tenía que seguir. Sin embargo, no impusimos un guión, para no constreñir la creatividad. Es decir, cada grupo en cada práctica tenía un objetivo final de medición (pregunta guía del proyecto), y el requerimiento de utilizar el smartphone, pero más allá, se permitía la libertad (autonomía del estudiante) de explorar las posibles leyes físicas y mecanismos de aplicación, de forma que se estimulase el pensamiento crítico, el análisis de la información, y la exploración. Además, hicimos una introducción a la aplicación durante el tiempo de aula.

Para llevar a cabo el proyecto, permitimos al alumnado organizarse en parejas o grupos de tres, siendo estos últimos predominantes. Con miras a evitar discriminaciones, y buscando la diversidad, introdujimos modificaciones en los grupos, atendiendo a la paridad, el nivel (cuando era conocido a través de exámenes parciales, por ejemplo), y a la diversidad racial. Cada grupo podía elegir libremente un proyecto de los propuestos, o diseñar el suyo propio, siempre y cuando siguiese el procedimiento del resto y se ajustase al contenido curricular. A partir de entonces, cada grupo disponía de todo el curso para llevar a cabo su proyecto, utilizando tanto parte del tiempo de laboratorio docente (combinado con las prácticas tradicionales), trabajo en casa, y tutorías periódicas para revisar los avances, corregir errores, y proporcionar retroalimentación al estudiantado mediante el análisis crítico. Además, se permite la total colaboración entre grupos. Finalmente, cada grupo debe producir un informe final, y realizar una presentación al resto de compañeros.

### 3.3. EVALUACIÓN DEL PROYECTO Y LA EXPERIENCIA

La evaluación se lleva a cabo por parte de los docentes sobre el proceso de trabajo, los objetivos de aprendizaje alcanzados, y el informe final. Y se modula mediante evaluación por pares de las presentaciones finales, donde cada grupo valora al resto en un cuestionario. Además, con objeto de obtener el sentimiento del alumnado con respecto a las prácticas con PhyPhox y tradicionales, realizamos una encuesta anónima con preguntas acerca del grado de satisfacción, comparando ambas, y con espacio de redacción libre.

## 4. RESULTADOS

La asignatura de física de primer curso de los grados de ingeniería contiene en su curriculum la mecánica Newtoniana, el sólido rígido, la mecánica de fluidos, termodinámica, ondas, y electromagnetismo [Tipler 2015]. Propusimos un experimento distinto para cada bloque. A continuación, se detallan dichos experimentos, junto con el plan previsto que teníamos. Nótese que este plan era para nuestra guía, y que a los grupos de estudiantes sólo se les aconsejaba o cuestionaba para que buscasen sus propias respuestas y metodologías experimentales, que podían ser variaciones sobre nuestro plan.

### 4.1. ELECTROMAGNETISMO

Las leyes del electromagnetismo, relaciones entre campo magnético y corriente eléctrica. Se trata de caracterizar las diversas leyes como por ejemplo la de Faraday, la de Lenz, o la de Biot-Savart [Tipler 2015]. Para ello, a parte del smartphone con sus sensor de campo magnético, se necesitan cables, y una fuente de alimentación que puede ser una pila, o algo más sofisticado.

El experimento básico en este caso consiste en crear un circuito cerrado con el cable y los bornes de la pila o fuente de alimentación, y medir el campo magnético a diferentes distancias del cable, o cambiando el voltaje en caso de que se trate de una fuente de alimentación (o pilas de diferente voltaje). De esta forma se pueden comprobar, de una vez, dos fenómenos. Uno, la relación existente entre corriente eléctrica y magnetismo, y dos, la atenuación del campo magnético con la distancia en el

espacio tridimensional y para un cable cilíndrico que, de forma aproximada, es unidimensional.

Si añadimos imanes al material utilizado, podemos, además de cuantificar la forma de las líneas de campo magnético desplazando el smartphone en el campo creado por los imanes, mover los cables (en forma de espira) dentro del campo magnético, y observar el campo inducido debido a la corriente que se crea en el cable, medido como variación sobre el campo de fondo de los imanes. Es instructivo además comprobar qué ocurre si cambia la forma de las espiras, o la orientación. Por último, propusimos que intentasen derivar el valor de la permeabilidad magnética en el vacío a través de experimentos.

Con este experimento, se puede visualizar de forma interactiva la relación entre campo eléctrico y magnético, yendo más allá de las prácticas tradicionales que suelen consistir en montar circuitos eléctricos con resistencias y comprobar las leyes de Kirchhoff. A parte de lo expuesto, un grupo propuso medir los campos magnéticos generados por diferentes electrodomésticos, e intentar relacionarlo con el funcionamiento de los mismos, es decir, con la corriente a la que trabajan o el tipo de motor que tienen en su interior.

## 4.2. ONDAS

Propiedades de ondas: relación entre frecuencia y longitud de onda, velocidad del sonido. En ambos casos es conveniente disponer de dos smartphones, aunque con uno solo y una fuente de sonido apropiada (de una sola frecuencia) puede ser suficiente. Además, se necesita una regla o metro de medir. Para la primera parte del experimento, explorar la relación entre longitud de onda y frecuencia, basta con calibrar uno de los smartphones para que emita un tono puro, es decir, un sonido de, aproximadamente, una sola frecuencia. El segundo smartphone actuará como receptor. El experimento básico consiste en situar el emisor en un punto fijo, emitir un sonido de frecuencia determinada, e ir desplazando el smartphone receptor para caracterizar la forma de la onda de sonido emitida. Buscando los máximos de la onda, se puede determinar cuál es la longitud de onda a partir de la distancia entre emisor y receptor y, repitiendo el experimento para diferentes frecuencias emitidas, obtener una

relación entre frecuencia y longitud de onda [Staacks 2018b]. Es conveniente así mismo realizar una representación gráfica del fenómeno.

Para medir la velocidad del sonido, de nuevo se necesitan dos smartphones. En este caso, ambos se disponen en modo receptor, y deberán estar separados una distancia significativa, que esté por encima del tiempo mínimo de respuesta de los sensores (unos metros es suficiente). El primer paso es calibrar los receptores al sonido de fondo, de forma que no lo tengan en cuenta. Esto es necesario puesto que los receptores se activarán y detendrán al recibir un sonido específico y no queremos que se disparen con el ruido de fondo. Una vez calibrados, se sitúan separados unos metros. El procedimiento consiste en realizar un sonido seco y rápido (por ejemplo una palmada) al lado de uno de los smartphones. Esto disparará ambos sensores, con un retardo en el segundo que vendrá determinado por la distancia que los separe, y la velocidad del sonido. Para detener los sensores, se realiza otro sonido seco y rápido al lado del segundo sensor. Esto los detendrá de nuevo con un retardo determinado por su distancia y la velocidad del sonido. De la diferencia de tiempos medida por ambos sensores, y sabiendo la distancia de separación, se puede determinar la velocidad del sonido en el aire.

Este experimento cubre los básicos de la mecánica de ondas, y del uso del smartphone como sonómetro. Algunas variaciones y ampliaciones sobre estos experimentos fueron propuestas por el propio alumnado tras haber estudiado la teoría en clase y haber realizado búsquedas en internet. Estas ampliaciones comprenden: estudiar la dependencia de la velocidad del sonido con la temperatura y/o la presión atmosférica. Para el primer caso, se necesita un termómetro, ya que usualmente, ningún smartphone mide temperaturas. En este caso, lo que hicieron los alumnos fue medir a diferentes horas del día, y en diferentes días del año, para obtener variaciones de temperatura, utilizando así mismo el barómetro del smartphone a través de PhyPhox para medir la presión. Se les sugirió que tomaran medidas dentro de un espacio cerrado, variando la temperatura mediante calefacción y/o aire acondicionado, para eliminar el efecto de la presión.

Finalmente, otro grupo intentó medir la atenuación del sonido a través de diferentes materiales, y la dependencia en la frecuencia de la

atenuación. Para ello producían tonos puros con un smartphone apantallado por vidrio, gomaespuma, etc, y medían con otro smartphone la amplitud de la onda recibida, comparándola con la medición sin apantallar.

### 4.3. FLUIDOS

El principio de Bernoulli. Medir los cambios de presión en un fluido debido al cambio en la velocidad de desplazamiento a través de un tubo. Para ello, se necesita, a parte del smartphone, algún generador de viento, como pueda ser un ventilador de varias velocidades, un tubo o tubería capaz de contener al smartphone dentro, y algún material que lo ajuste bien en el centro de la tubería, sin alterar la circularidad de la misma. Todo son materiales que se pueden conseguir fácilmente. Se trata de construir un tunel del viento en el que situar el sensor de presión, en este caso el smartphone.

Una vez construido el tunel, se situa el smartphone dentro, y se mide la presión en ausencia de viento, como medida base. A continuación, se va poniendo el ventilador o secador de pelo en sus diferentes modos para producir diferentes velocidades, y se miden los cambios de presión que se producen dentro del tubo. Conociendo la distancia al tubo del ventilador, el diámetro de éste, y el cambio de presión, se puede comprobar el principio de Bernoulli. Adicionalmente, se pueden utilizar diferentes tubos de diámetro variable, o combinarlos para medir los cambios de presión al cambiar la velocidad debido a entrar el flujo de fluido en un tubo de diferente diámetro.

### 4.4. TERMODINÁMICA

Ecuación de los gases ideales. Como hemos mencionado anteriormente, los smartphones típicamente no tienen un sensor de temperatura. Sin embargo, se puede utilizar el sensor de presión, y la ecuación de los gases ideales, para diseñar un termómetro. Para ello, se necesita algún recipiente lo suficientemente grande como para poder contener al smartphone, y que se pueda sellar herméticamente. Esto último es necesario para poder sumergir el recipiente en agua a diferentes temperaturas, ya que es el método más eficiente de variar la temperatura.

El experimento consiste en calibrar el sensor, introduciendo el recipiente sellado en agua con hielo, que asumimos está a  $0^{\circ}\text{C}$ , dejar que se enfríe, y medir la presión del aire que rodea el smartphone y que asumimos ha alcanzado la misma temperatura. A continuación, se extrae el recipiente, y se deja que retome la temperatura del exterior, midiendo constantemente la presión. De esta forma, y puesto que el proceso ocurre a volumen constante, es posible determinar la temperatura en todo momento a partir de la presión que esté midiendo el smartphone y la calibración a cero grados.

Este experimento fue afrontado por un grupo, y encontraron que si bien es posible medir cambios relativos, la fiabilidad es baja, debido al calor que despiden el propio smartphone con la aplicación PhyPhox corriendo (consume bastante batería). Para comprobar la fiabilidad, el grupo utilizó un termómetro que introdujo dentro del recipiente. Además, propusieron medir la temperatura a partir de la velocidad del sonido, en un ejemplo reverso de lo visto más arriba.

#### 4.5. MECÁNICA GENERAL

La parte de mecánica en la mayoría de grados de ingeniería ocupa una gran parte del temario. Desde cinemática al sólido rígido, pasando por gravitación, la mecánica es fundamental en la base de cualquier ingeniería. Además, por sus características, los sensores de un smartphone están especialmente indicados para experimentos de mecánica. Así, con respecto a la mecánica, en lugar de proponer directamente experimentos, planteamos una serie de interrogantes, en forma de magnitudes o constantes que se podrían medir, y dejamos que los grupos explorasen formas de hacerlo utilizando PhyPhox.

Entre las propuestas que hicimos, se encontraban: medir la constante de la gravedad [Vogt 2011], comprobar la conservación de la energía mecánica [Patrinopoulos 2015, Keps 2020], y demostrar el principio de equivalencia. Estos experimentos hacen uso de los giroscopios y acelerómetros que el smartphone lleva para determinar su posición y orientación espacial. Además, se pueden utilizar los magnetómetros para medir velocidades mediante el cambio producido en un campo magnético, o el barómetro para cambios de posición y velocidades verticales.

Entre las soluciones implementadas por los diversos grupos encontramos: construir péndulos con el smartphone en diversas orientaciones (paralelo, perpendicular) a la cuerda, y determinar la longitud de la cuerda a partir del periodo de oscilación, la constante de la gravedad a partir de la frecuencia, o las desviaciones que se producen con respecto de la aproximación de péndulo simple cuando el ángulo de oscilación es grande. Así mismo, también determinaron la constante de la gravedad por caída libre.

Para determinar la conservación de la energía mecánica, se aprovechó además para incluir teoría del sólido rígido. Así, introduciendo el smartphone en un tubo, se hizo rodar este por diversos planos inclinados, partiendo del reposo. PhyPhox es capaz de determinar la velocidad angular a partir de las mediciones de los giroscopios que contiene el smartphone y, esta información, se puede utilizar para determinar la velocidad lineal en todo punto y calcular además la energía cinética de rotación.

Finalmente, para comprobar el principio de equivalencia, un grupo creó un dispositivo de acolchado que permitiese lanzar un smartphone desde diferentes alturas sin demasiado riesgo. De esta forma, pudieron comprobar cómo la aceleración que medía PhyPhox en los acelerómetros del smartphone era independiente de la masa, y cómo, en caída libre, no se mide aceleración por el propio smartphone.

#### 4.6. EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD Y SATISFACCIÓN DEL ALUMNADO

Por motivos oficiales, la contribución de la actividad con PhyPhox a la evaluación final del alumnado sólo ha podido ser considerada como un extra, es decir, contribuye a modular hacia arriba la nota obtenida entre los exámenes de teoría y las prácticas tradicionales. Sin embargo, sí que quisimos aportar retroalimentación al estudiantado, para lo cual utilizamos una serie de rúbricas a la hora de evaluar el desempeño durante y después de la actividad. Así, partiendo de la base de que realizar la actividad subiría la nota, puntuamos a los diferentes grupos en función de la cantidad y la profundidad de los métodos utilizados para un experimento dado en el bloque correspondiente, valorando la exploración de métodos alternativos a las guías propuestas, aunque fuesen inservibles a

la larga. Otorgamos puntos extra si se realizaban múltiples medidas cambiando los parámetros o la forma del sistema (mientras que repetir la misma medida muchas veces, salvo que fuese para corregir desviaciones, no puntuaba). De igual forma, valoramos positivamente la realización de gráficas detalladas, el cálculo numérico o ajuste de datos, el cálculo y estimación de fuentes de error así como posibles soluciones, y la calidad y atención al detalle del informe final. Por último, pedimos que los diversos grupos se evaluaran entre sí después de las presentaciones. Las notas finales variaban de 1 a 10 y modulaban hasta un punto la nota de la asignatura.

Por otro lado, con el fin de evaluar el grado de satisfacción del alumnado con la actividad, realizamos una encuesta directa, obteniendo, en general, comentarios muy positivos. El estudiantado manifiesta que las prácticas con PhyPhox son “muy interesantes”, “motivadoras”, y que despiertan su interés por la física. Pese a lo limitante del estudio extraoficial llevado a cabo, queda claro lo necesario que es innovar en el laboratorio de física, de forma que futuros estudios se centren en cuantificar de forma más metódica los buenos resultados cualitativos observados.

## 5. DISCUSIÓN

Decidimos introducir el uso de PhyPhox en las prácticas de laboratorio durante los meses de confinamiento, debido a la suspensión de las clases presenciales. El buen impacto que tuvo hizo que en los cursos siguientes, nos planteásemos continuar la experiencia, integrándola en el laboratorio de física obligatorio de la asignatura, como complemento de las prácticas tradicionales. Habiendo observado que éstas últimas generan, en no pocas ocasiones, más desinterés que otra cosa, pensamos que usar un método innovador, adaptado a las nuevas ideas sobre el aprendizaje significativo, acercándonos al entorno del alumnado, podría hacer que no sólo aumentase su interés por la física, sino que ayudase a comprender mejor la teoría, y además permitiese la enseñanza de habilidades transversales como el pensamiento crítico, el manejo del programas informáticos de análisis de datos, o la independencia.



Para llevar a cabo la experiencia, propusimos un método que se alejaba del guión “masticado” de las prácticas usuales. Al alumnado se le ofrecían propuestas de experimentos con PhyPhox, se le daban unas líneas maestras a seguir, y libertad controlada para llevarlo a cabo. Se trataba de guiar [Moya 2011, Husnani 2019], no imponer. Los diversos grupos, propusieron experimentos por su cuenta, desarrollando las líneas que encontraban de interés, profundizando así en su conocimiento de la física. Uno de los aspectos más destacados, y que señalaron los alumnos fue el hecho de que las prácticas de PhyPhox permitían explorar, en lugar de constreñir a una serie de medidas repetitivas. Incluso aún cuando el resultado final fuese comprobar una ley, o extraer una constante, tal y como se hace en las prácticas tradicionales, la independencia es vista como muy positiva, siendo destacable en este sentido, la cantidad de propuestas de experimentos realizadas y llevadas a cabo por los diversos grupos.

Por último, es pertinente indicar que, a la vista de los resultados, los experimentos de mecánica, ondas, y electromagnetismo, son los más destacados y con mayores posibilidades, debido principalmente a la orientación de los sensores de los smartphones, así como a las limitaciones que el uso de aparatos frágiles impone. Queda patente que hay mucho camino por recorrer y numerosos experimentos aún por diseñar.

## 6. CONCLUSIONES

Diversificar la enseñanza de la física en grados de ingeniería es imperativo y PhyPhox, con su versatilidad, es una poderosa herramienta para ello. Su uso permite al estudiantado obtener una comprensión más profunda de la física y desarrollar habilidades transversales de interés para su desempeño laboral futuro. PhyPhox fomenta el aprendizaje activo y el trabajo en equipo, siendo especialmente indicada para el aprendizaje basado en proyectos, refuerza la conexión teoría-experimento, y permite a los docentes utilizar la aplicación para diseñar actividades prácticas y experimentos personalizados que se adapten a los objetivos de aprendizaje específicos de su plan de estudios. En general, el uso de PhyPhox

puede hacer que la enseñanza y el aprendizaje de la física sean más atractivos y efectivos para los estudiantes de ingeniería.

Es obvio que el experimento realizado tiene bastantes limitaciones, y hay que extrapolar las conclusiones con cuidado. Hace falta un estudio con más grupos, y utilizar grupos de control. Así mismo, sería interesante hacer un seguimiento del aprendizaje mediante cuestionarios teóricos que conecten con las prácticas, y sistematizar éstas. Por otro lado, queda patente que la enseñanza en las universidades se beneficiaría enormemente de adoptar las teorías educativas que, desde hace ya años, permean el sistema educativo secundario [Torres 2010], creando nuevas experiencias de aprendizaje que conecten con el entorno del alumnado, y con el futuro profesional que se va a encontrar.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Condliffe, B., Quint, J., Visher, M. G., Bangser, M. R., Drohojowska, S., Saco, L., y Nelson, E. (2017). Project-Based Learning. A literature review. Content developed by the 2016-2017 Division 15 Membership Committee.
- De Miguel Díaz, M. (2006). Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior. Alianza Editorial.
- Díaz, A.F. & Hernández, R.G. (1999). Constructivismo y aprendizaje significativo. McGraw Hill.
- Hochberg, K., Kuhn, J., and Müller, A., (2018). Using smartphones as experimental tools—effects on interest, curiosity and learning in physics education *J. Sci. Educ. Technol.* 27 385–403.
- Hofstein, A., Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Sci. Educ.* 88, 28–54.
- Holmes, N. G., Ives, J., Bonn, D. A. (2014). The Impact of Targeting Scientific Reasoning on Student Attitudes about Experimental Physics. In *Proceedings of the 2014 Physics Education Research Conference Proceedings*, Minneapolis, MN, USA, 30–31, pp. 119–122.
- Husnaini, S. J., Chen, S. (2019). Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 15, 10119.

- Kaps, A., and Stallmach, F. (2020). Tilting motion and the moment of inertia of the smartphone *Phys. Teach.* 58 214–15.
- Lamert, J., y Mergedoller, J. (2010). 7 Essentials for Project-Based Learning, *Educational Leadership*, 68(1). ASCD.
- Maldonado, M. (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus*, vol. 13, núm. 23, p. 263-278.
- Moya, A., Chaves, E. y Castillo, K. (2011). La investigación dirigida como un método alternativo en la enseñanza de las ciencias. *Ensayos Pedagógicos*, 6(1), 115-132.
- Patrinopoulos, M., and Kefalis, C. (2015). Angular velocity direct measurement and moment of inertia calculation of a rigid body using a smartphone *Phys. Teach.* 53 564–5.
- Ramírez, B. (2008). Laboratorios basados en investigación: Una metodología que incentiva la participación intelectual del estudiante en el proceso de su aprendizaje. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, 7
- Ré, M., Arena, L. y Giubergia, M. (2012). Incorporación de TICs a la enseñanza de la Física. Laboratorios virtuales basados en simulación. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación* N°8, p. 16-22.
- Staacks, S. Hütz, S., Heinke, H., and Stampfer, C. (2018). Advanced tools for smartphone-based experiments: Phyphox. *Physics Education* 53.
- Staacks, S., Hütz, S., Heinke, H., Stampfer, C., (2018b): Simple time-of-flight measurement of the speed of sound using smartphones. *The Physics Teacher*, Volume 57, p. 112-113.
- Stampfer, C., Heinke, H., and Staacks, S. (2020). A lab in the pocket. *Nature Reviews Materials* 5, 169–170.
- Sokoloff, D. R., Laws, P. W., and Thornton, R. K. (2007). RealTimePhysics: active learning labs transforming the introductory laboratory *Eur. J. Phys.* 28 83–94.
- Song, Y. (2014). Bring your own device (BYOD) for seamless science inquiry in a primary school *Comput. Edu.* 74 50–60.
- Tipler, P. A., and Mosca, G. P. (2015). *Physics for Scientists and Engineers* (Basingstoke: Palgrave Macmillan).
- Torres, A. L. (2010). Empleo del laboratorio asistido por ordenador en la enseñanza de la Física y Química de Secundaria y Bachillerato. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3), p. 693-707.

- van de Pol, J., Volman, M., y Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in Teacher-Student Interaction: A decade of research. *Educational Psychological Review*, 22, 271-296.
- Vogt, P., Kuhn, J., and Müller, S. (2011). Experiments using cell phones in physics classroom education: The computer-aided g determination. *The Physics Teacher*, 49(6):383– 384.
- Vygotsky, L.S. (1965). *Thought and Language*, The MIT Press.

APRENDIZAJE COOPERATIVO EN  
LAS AULAS UNIVERSITARIAS. ROMPIENDO  
CON EL INDIVIDUALISMO DEL ALUMNADO  
EN ENSEÑANZAS TÉCNICAS

---

TERESA PALOMO AMORES  
*Universidad de Sevilla*

M<sup>a</sup> CARMEN GUERRERO DELGADO  
*Universidad de Sevilla*

JOSÉ SÁNCHEZ RAMOS  
*Universidad de Sevilla*

## 1. INTRODUCCIÓN

La sociedad actual se encuentra en un estado de cambio continuo, con un aumento exponencial del uso de las tecnologías, con nuevas formas de relacionarse y generando nuevos hábitos sociales entre los jóvenes. Gran parte de las situaciones que se viven a diario, en el campo social, laboral o académico se han visto afectadas por el uso constante de la tecnología móvil. El uso moderado de estos dispositivos puede generar ciertas ventajas en las personas, aumentando la cantidad de información disponible de forma automática o la capacidad de comunicación con familiares o amigos de forma continua. Sin embargo, un uso excesivo de los dispositivos móviles puede llevar a problemas de concentración o de comunicación interpersonal. Un claro ejemplo lo encontramos en la elevada capacidad que tiene Internet para favorecer el enriquecimiento interpersonal mediante el contacto con otros internautas y, a su vez, el peligro que supone el uso de estos medios como actividad que pueda sustituir otras formas de comunicación presencial de la vida real como son los amigos/as o la familia (Malo Cerrato, 2006).

Es por ello que la educación tiene un papel fundamental en el desarrollo de los jóvenes que serán los profesionales del futuro. En este contexto, ha sido la educación infantil y primaria la que ha llevado la batuta de la innovación. Sin embargo, es fundamental que la Universidad se una a este camino ayudando a los jóvenes estudiantes en su proceso de formación profesional y personal. En España queda un largo recorrido, debiendo ahondar en aspectos culturales a favor de la cooperación, el bien común y la confianza (Vilalta, 2013).

De forma general, la escuela universitaria se ha centrado en una educación clásica, basada en clases puramente teóricas impartidas por el profesor, donde el alumno tiene un papel secundario. En el caso de las carreras técnicas todos estos problemas, se acentúan notablemente. Los estudiantes de carreras universitarias relacionadas con la ingeniería suelen diferenciarse por tener un carácter analítico y competitivo, lo que unido a la problemática de la comunicación social antes comentado, lleva a un elevado grado de individualismo. Se hace necesaria la implantación de una visión holística, integral e interdisciplinaria para resolver los problemas actuales, entrando en juego el trabajo en equipo (Carvajal Escobar, 2010). Dentro de este contexto, aparece el aprendizaje cooperativo, donde los alumnos trabajan juntos para alcanzar objetivos comunes. El aprendizaje cooperativo es el empleo didáctico de grupos reducidos en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar su propio aprendizaje (Johnson et al., 1999).

Es importante señalar la diferencia entre trabajo en grupo y trabajo cooperativo. La primera de ellas no implica un obligado funcionamiento en equipo, sino que cada componente del grupo puede trabajar de forma independiente. Sin embargo, el aprendizaje cooperativo se basa en la estructura de roles, donde cada componente depende del compañero. El trabajo cooperativo se diseña como un medio para fomentar un aprendizaje por competencias ideadas no solo para formar profesionales sino también personas (Cifuentes Férrez & Meseguer Cutillas Purificación, 2015). La investigación psicológica y educativa ha demostrado los beneficios del aprendizaje cooperativo, consiguiendo mayor rendimiento en el aprendizaje, mayor nivel de razonamiento, producción de ideas y transferencia del conocimiento, así como una mayor autoestima y

autonomía (Mayordomo et al., 2015). Es por ello que aparece la necesidad de generar un cambio en la estructura curricular universitaria con metodologías que permitan al alumnado trabajar conjuntamente, reforzando las aptitudes sociales y personales.

## 2. OBJETIVOS

Este trabajo propone el uso del aprendizaje cooperativo en el aula como estrategia didáctica frente a los problemas actuales. Busca trabajar las competencias curriculares a la vez que aborda competencias sociales, permitiendo que el estudiante se encuentre con mayor preparación para enfrentarse a los retos que se presentan en un mundo globalizado y tecnológico como el actual. Por ello, desde el Departamento de Ingeniería Energética de la Escuela Técnica de Ingenieros de la Universidad de Sevilla se ha apostado por la implementación del aprendizaje cooperativo en dos de las asignaturas impartidas en el último curso del Grado en Ingeniería de la Energía. Desde ella, se apuesta por un aprendizaje significativo que reconoce al alumnado como agente de su propio aprendizaje. El trabajo cooperativo favorece el desarrollo de la autonomía y autorregulación.

Se podrían definir los objetivos específicos como:

- Aumentar y mejorar la relación entre compañeros: El aprendizaje cooperativo busca aumentar el apoyo, ánimo y ayuda entre compañeros para conseguir un progreso académico. Promueve el diálogo y el consenso para lograr responsabilidad solidaria.
- Aumentar la motivación: El aprendizaje cooperativo les permite trabajar en proyectos que les interesan de forma conjunta, viendo un resultado final si y solo si el grupo en conjunto trabaja eficientemente, motivándose mutuamente comprometiéndose con el éxito.
- Mejorar la relación docente-estudiante: El profesor deja de ser un personaje principal de la obra sin relación con el resto de estudiantes y se convierte en un personaje de unión y apoyo en la realización de las distintas tareas y proyectos.

- Aumentar el rendimiento académico: El aprendizaje cooperativo permite aumentar la productividad de los estudiantes, mayor razonamiento, producción de ideas y soluciones nuevas. Esto permite mejorar el seguimiento general de la asignatura, consiguiendo mejores resultados académicos.

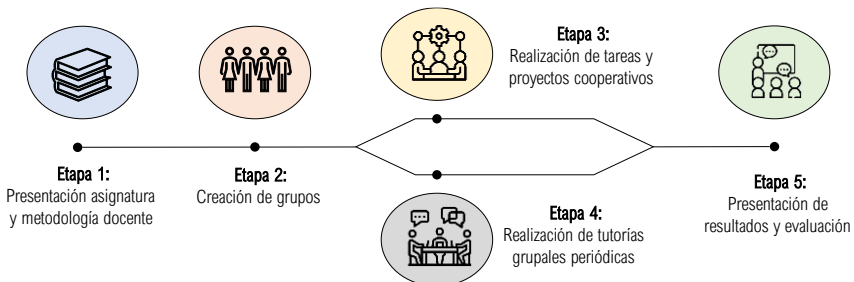
En conclusión, la aplicación del aprendizaje cooperativo como estrategia docente puede ayudar a los estudiantes a aprender de manera más colaborativa y atractiva, desarrollando aptitudes fundamentales para su futuro.

### 3. METODOLOGÍA

Desde el Departamento de Ingeniería Energética de la Escuela Técnica de Ingenieros de la Universidad de Sevilla se imparten las asignaturas de Ahorro en Demanda Energética y Reglamentación y Certificación Energética, asignaturas vinculadas entre ellas y que destacan por su metodología docente. Ambas se dividen en varias vías que se irán realizando paralelamente a lo largo de todo el curso. La primera de ellas, con menor peso, es la docencia teórica, donde los estudiantes conocen y aprenden la teoría permitiéndoles asimilar los conocimientos necesarios para los futuros análisis que realizarán. Por otro lado, siendo los bloques principales de las asignaturas, se llevan a cabo proyectos y tareas prácticas basadas en el aprendizaje cooperativo.

La siguiente figura muestra la metodología llevada a cabo:

**FIGURA 1.** Esquema de metodología



Fuente: Propia



### 3.1. ETAPA 1: PRESENTACIÓN ASIGNATURA Y METODOLOGÍA DOCENTE

Como punto de partida, el docente en primer lugar debe hacer un análisis del grupo de alumnos y alumnas, conocer sus intereses, capacidades y funcionamiento del grupo. Para ello, cada alumno debe presentarse y hacer una breve introducción sobre su situación curricular en el grado, por qué ha elegido la especialidad cursada y expectativas sobre la asignatura. El docente presenta la asignatura, comenta los objetivos curriculares y la metodología docente que se llevará a cabo. Para ello, el docente prepara una breve presentación con las principales características del aprendizaje cooperativo, mostrando casos prácticos en otros grados y universidades y mostrando sus ventajas. En esta primera etapa es común que los alumnos se muestren menos participativos, por lo que el docente debe hacer especial hincapié en las ventajas del aprendizaje cooperativo con el objetivo de comenzar a crear motivación y expectativas positivas sobre el proceso que se realizará. Es importante que los alumnos comiencen a tener un papel importante haciéndoles partícipes en todo momento del proceso.

**FIGURA 2.** *Presentación de la asignatura*



Fuente: Propia

### 3.2. ETAPA 2: CREACIÓN DE GRUPOS

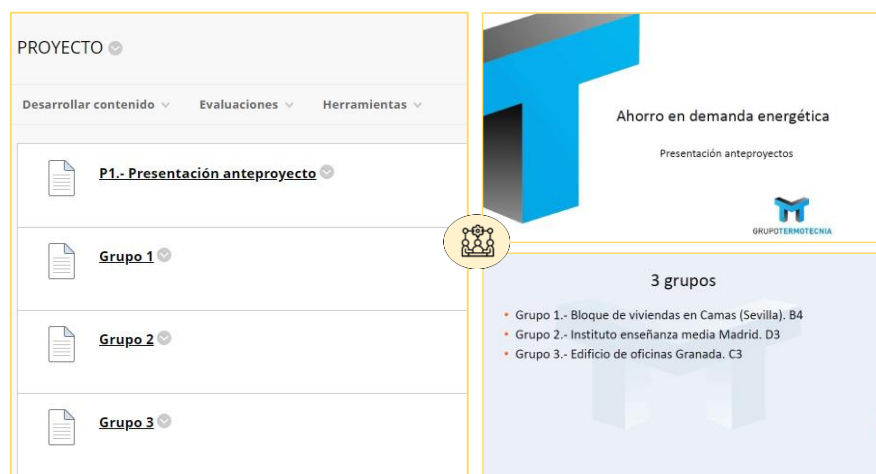
Una vez finalizada la primera etapa, que contemplaría de forma general la primera clase de presentación, se deben crear los grupos de trabajo cooperativo. Estos deben ser grupos mixtos y heterogéneos formados por un máximo de 5 personas. Cuanto mayor sea el número de alumnos, mayor será la complejidad para la distribución de tareas ya que es importante que todos los componentes del grupo tengan una tarea asignada con niveles de dificultad similares. La creación de los grupos será llevada a cabo por parte del alumnado, siendo guiado y atendido por el docente en un papel secundario. Disponen de 15 minutos para la formación de grupos, pasado este tiempo, cada grupo se presenta al docente para que este pueda tomar nota de los componentes y tomar partido en el caso de que el grupo no esté formado equitativamente. El aprendizaje cooperativo permite generar grupos donde trabajarán las competencias claves y específicas de la asignatura de forma conjunta y coordinada entre sí.

### 3.3. ETAPA 3: REALIZACIÓN DE TAREAS PRÁCTICAS Y PROYECTOS

Con la primera y segunda etapa finalizada, dentro de la segunda clase de la asignatura se presentan los proyectos que serán realizados por cada uno de los grupos. Todos los proyectos están basados en trabajos reales realizados con anterioridad por parte del grupo docente en la faceta investigadora, adaptados al nivel esperado del grupo. Se debe tener en cuenta que los proyectos buscados deben tener relación con la asignatura en la que se implementa el proyecto. En este caso, dentro del programa de las asignaturas se encuentran objetivos como “conocer los fundamentos del cálculo de la demanda térmica de los edificios”, “manejar herramientas de cálculo de demanda térmica y certificación energética de edificios” o “conocer y aplicar la reglamentación energética”. Por ello, los proyectos deberán estar relacionados con problemas derivados de los edificios. Cada uno de los grupos dispondrá de una carpeta donde podrá encontrar los datos de partida de cada uno de los edificios, previamente preparados por el grupo docente. En este caso, disponen de las calidades constructivas y planos de los edificios.

En la siguiente figura se pueden observar las distintas carpetas habilitadas en el entorno virtual Blackboard Learn de la asignatura, así como la presentación de los proyectos para cada uno de los grupos que realiza al comienzo el docente y que estará habilitado de forma permanente para que los alumnos puedan descargarlo o consultarlo a lo largo de todo el proceso.

**FIGURA 3.** *Presentación de los proyectos*



Fuente: Propia

El proyecto se irá realizando paralelamente al seguimiento teórico de las asignaturas, pudiendo avanzar en él una vez los conocimientos hayan sido adquiridos en estas clases. Para llevar a cabo una correcta realización del proyecto siguiendo la metodología cooperativa, es muy importante la asignación de tareas de cada uno de los integrantes. Las tareas deben estar relacionadas entre sí, de tal manera que se pueda pasar al “siguiente nivel” si y solo si, todos los componentes han realizado correctamente su tarea. De esta manera todos los integrantes del grupo deben estar implicados no solo en la consecución de su tarea, sino en ayudar al compañero si este lo necesitara.

Por otra parte, se presentan las tareas prácticas, estas se basan en casos prácticos relacionados con la parte teórica. Estas deben realizarlas conjuntamente entre todos los integrantes del equipo cooperativo. Además,

todos los grupos cooperativos tienen asignadas las mismas tareas prácticas de tal manera que es posible no solo la interacción entre los componentes de un mismo grupo, sino también entre grupos completos. Estas tareas prácticas no están directamente relacionadas con el proyecto, pero tienen como objetivo asentar los conceptos teóricos que posteriormente aplicarán en los proyectos asignados.

Para mantener una correcta organización de la asignatura, se asignan fechas límites para las entregas de las tareas prácticas, contando con dos semanas desde el día que se presentan. Por su parte, las tareas asignadas dentro de cada proyecto se irán revisando por parte del docente en las tutorías periódicas.

#### 3.4. ETAPA 4: REALIZACIÓN DE TUTORÍAS PERIÓDICAS

Con el objetivo de mantener un correcto seguimiento del aprendizaje cooperativo y curricular, se realizan tutorías periódicas por parte del grupo docente con cada uno de los grupos cooperativos. En estas tutorías el docente revisa las tareas asignadas a cada componente, resolviendo las dudas que fueran necesarias. Es importante revisar la consecución de objetivos tanto sociales como teóricos. Estas tutorías se realizan en horario fuera de clase, no interrumpiendo el curso de la asignatura, con una duración aproximada de 30 minutos. Las tutorías se realizan cada dos semanas, con el objetivo de establecer un tiempo suficiente para que los alumnos puedan realizar su tarea asignada, pudiéndose prolongar, siempre adaptándose al ritmo de los distintos grupos. Al finalizar la revisión de las tareas, se asignan las próximas que serán revisadas en la siguiente tutoría. Para ello, el docente prepara una breve presentación con los siguientes pasos a realizar que es subido al entorno virtual para que los alumnos puedan consultarlo de forma permanente, tal y como se muestra en la siguiente figura. Como se puede observar para la primera tutoría se distinguen tres presentaciones para cada uno de los grupos, sin embargo, en el resto de tutorías la presentación de tareas a realizar es común por ser el mismo camino a recorrer en cada edificio. Sin embargo, se presentan en tutorías separadas con cada grupo cooperativo, al ser abordada de forma particular adaptándose al funcionamiento de cada componente y resolviendo las dudas particulares.

**FIGURA 4.** Presentaciones de las tareas a realizadas marcadas en cada tutoría



Fuente: Propia

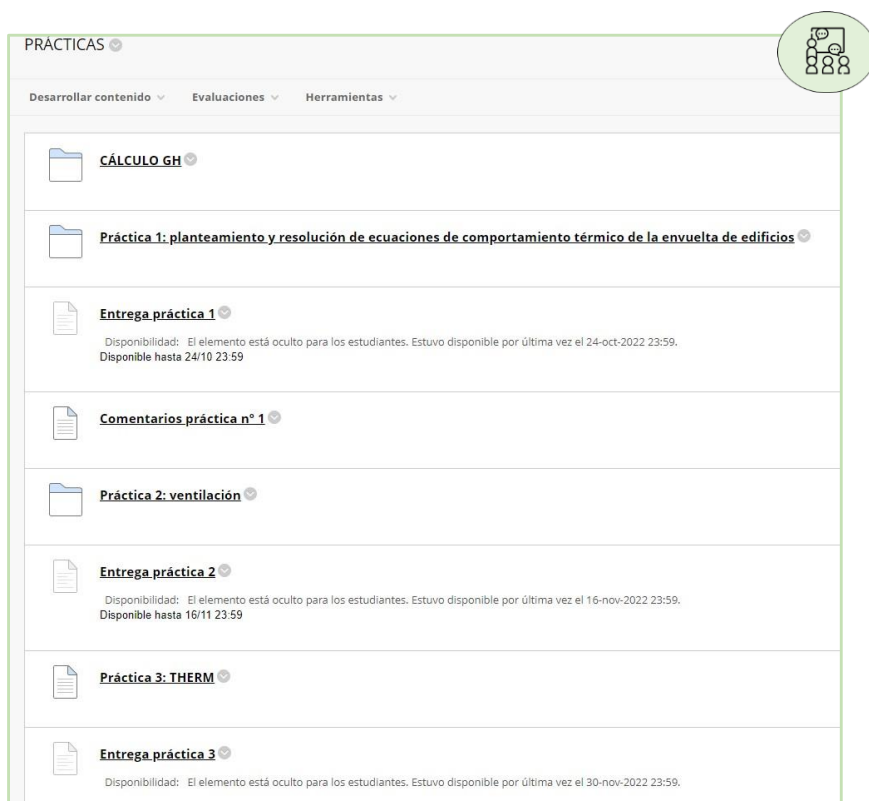
De esta manera el docente mantiene un seguimiento y contacto continuo con cada uno de los grupos. En el caso de que fuera necesario y todos los grupos se encuentren con dudas similares, se establecen tutorías extraordinarias donde participan todos los grupos o al menos un componente de cada grupo. Estas tutorías están basadas principalmente en el seguimiento del proyecto de la asignatura, sin embargo, podría emplearse si fuera necesario, para la revisión de las dudas relacionadas con las tareas prácticas.

### 3.5. ETAPA 5: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y EVALUACIÓN

Finalmente, como cierre de las etapas, se detalla el proceso llevado a cabo para la presentación de resultados y evaluación del trabajo global. En primer lugar, las tareas prácticas son entregadas a través del entorno virtual dentro de sus fechas de entrega a través de enlaces habilitados para ello. Una vez finalizada la fecha, el enlace deja de estar activo para los estudiantes, de tal manera que deben ayudarse y apoyarse entre ellos

para conseguir que la entrega se realice correctamente en tiempo. Estas entregas se basan en la realización de una memoria breve, donde deben exponer el caso de estudio, el procedimiento de cálculo y los resultados obtenidos, seguidos de un breve análisis. En la siguiente figura se puede observar la pantalla del entorno virtual donde están habilitadas las presentaciones de cada tarea práctica y su enlace de entrega. Solo debe entregar la memoria uno de los componentes del grupo al ser una tarea práctica que debe realizar el grupo cooperativo en conjunto. No es obligatorio que la persona responsable de la entrega siempre sea la misma en cada una de las entregas.

**FIGURA 5.** Tareas prácticas y enlace de entregas



Fuente: Propia

Por otra parte, el proyecto será entregado al final de la asignatura. Para ello cada grupo cooperativo debe realizar una presentación empleando la herramienta deseada, tanto Power Point, como Canva, Prezi o cualquier herramienta equivalente. En ella, deben plasmar los datos iniciales de los que partían, la situación energética inicial, el proceso de medidas de rehabilitación propuestas y el resultado final del edificio. Para su entrega, deben grabar la presentación en vídeo, explicando cada paso realizado y siendo obligatorio la participación de todos los componentes de forma equitativa.

Una vez que, tanto las tareas prácticas como el proyecto, han sido entregados, se procede a la evaluación conjunta de estos. En el caso del proyecto tendrá un peso del 50% de la nota final de la asignatura, mientras que las tareas prácticas tendrán un peso del 20%. Conjuntamente, el peso es de 70% del global, mientras que el 30% restante corresponde una prueba escrita relacionada con los conceptos teóricos aprendidos a lo largo de la asignatura. Existe un mínimo de 4 puntos sobre 10 en la prueba escrita para poder hacer media con el resto de la asignatura, con el objetivo de no olvidar el papel de la teoría tan necesario para el correcto análisis de la parte práctica. Asimismo para aprobar la asignatura es necesario haber aprobado el anteproyecto.

## 4. RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos tras la implementación del aprendizaje cooperativo, no solo desde el punto de vista académico, sino también social e intergrupala.

### 4.1. RESULTADOS ACADÉMICOS

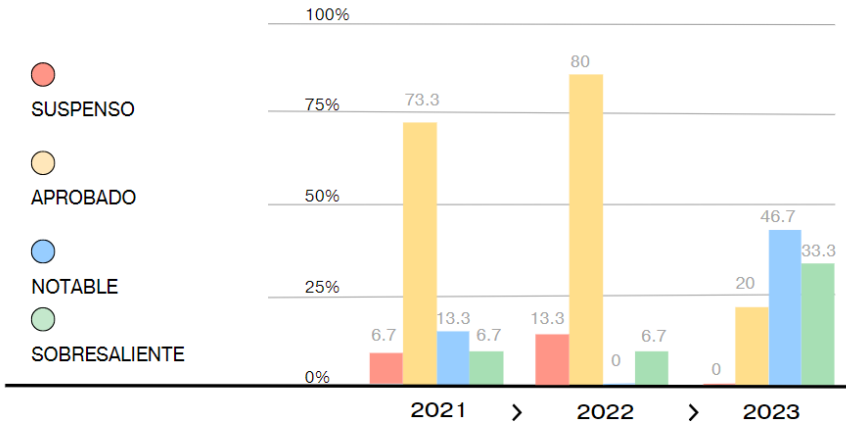
Desde el punto de vista académico es importante remarcar la evolución positiva de cada uno de los alumnos en cuanto a la capacidad de análisis. Tras la evaluación de las memorias de tareas prácticas realizadas por los grupos cooperativos, se ha podido observar un aumento de la capacidad de análisis de los resultados obtenidos. Si en la primera tarea práctica, el análisis de resultados se basaba en varias líneas escuetas, en las últimas tareas el análisis de resultado se ha convertido en un breve párrafo donde

analizaban no solo los resultados obtenidos, sino también las posibles mejoras que habían detectado en el proceso de resolución llevado a cabo por el equipo. Esto se ha visto reflejado en las notas de las tareas prácticas, siendo un 30% mejores las notas de la tarea 3 frente a la primera tarea realizada.

Por otra parte, las notas globales obtenidas han mejorado notablemente frente a años anteriores cuando no se aplicaba el aprendizaje cooperativo. En el año 2023 (Evaluación de Enero de 2023 durante el curso 2022/2023) no se ha contado con ningún alumno suspenso, frente a un porcentaje de suspendidos del 6.7% en el curso 2021 y un 13.3% en el curso 2022, siendo una mejora interesante. Por otro lado, dentro de los alumnos aprobados, se distinguen entre *Aprobado*, para aquellas calificaciones entre 5-6, *Notable* para calificaciones entre 7-8 y *Sobresaliente*, para calificaciones entre 9-10. Se observa como durante el curso 2021 y 2022, el porcentaje de alumnos con una calificación entre 5-6 se encontraba superior al 70%, mientras que el porcentaje de sobresalientes no supera el 10%. Sin embargo, tras la implementación del aprendizaje cooperativo el porcentaje de alumnos con calificación *Aprobado* se reduce a un 20% debido al aumento de alumnos que consiguen notas superiores al 7. Se consigue aumentar a un 46.7% de alumnos que obtienen notas entre 7 y 8 y a un 33% los alumnos con notas sobresalientes. Esto es un resultado a destacar, consiguiendo una mejora notable tanto del porcentaje de alumnos suspensos, como del aumento en las calificaciones globales.



**FIGURA 6. Resultados académicos**



Fuente: Propia

Finalmente, es interesante destacar el aumento de alumnos interesados en la realización de trabajos de seguimiento a través de los Trabajo Fin de Grado. Esto es muestra del interés generado en los alumnos, queriendo ir más allá de lo que han conocido y aprendido en clase. Estos Trabajos Fin de Grados, se han basado en casos de estudios de rehabilitación energética de edificios aplicando no solo lo explicado en la asignatura, sino involucrando a los estudiantes en procedimientos más complejos y detallados llevados a cabo por el grupo de investigación.

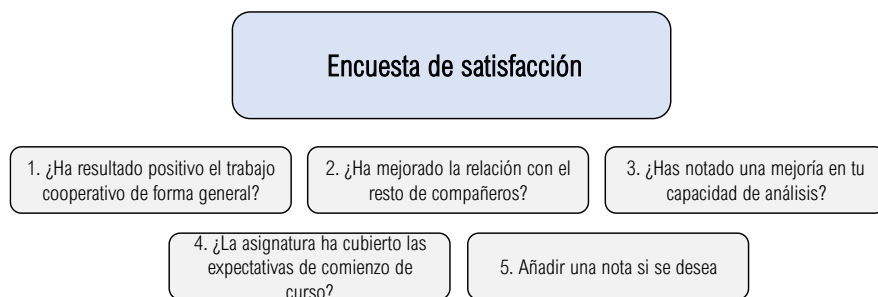
#### 4.2. RESULTADOS SOCIALES E INTERGRUPALES

Además de los resultados curriculares, es primordial analizar los resultados sociales e intergrupales conseguidos tras la implementación del aprendizaje cooperativo. Desde este punto de vista es importante destacar la evolución de la actitud por parte de los alumnos desde la primera clase a la última. Al comenzar el curso, los alumnos se encuentran con una disposición distante, poco participativa y con un alto nivel de individualismo. Sin embargo, tras las dos primeras clases de presentación de la metodología docente, se observa como ciertos alumnos comienzan a aumentar el interés por la asignatura, aumentando la participación en clase. A medida que la asignatura va avanzando, a través de los trabajos en grupos cooperativos tanto en las tareas prácticas como en el proyecto,

se comienza a crear un ambiente más distendido en clase, más activo, donde los alumnos generan dudas en clase, participan y analizan la teoría impartida. Durante las tutorías periódicas realizadas, el docente ha detectado una mejora en el ambiente grupal. Los alumnos que antes se encontraban distantes, ahora se ayudan mutuamente a intentar entender las distintas tareas explicadas, llegando en algún momento a ser el docente el que tiene un papel secundario observando como entre ellos analizan y llegan a la solución de ciertos problemas.

Con el objetivo de tener una respuesta más exacta sobre la percepción de los estudiantes acerca del seguimiento de la asignatura, el grupo docente diseña una encuesta que los alumnos responderán en la última clase, de forma anónima, si así lo desean. La encuesta consta de 5 preguntas que podrán responderse en un par de minutos. Todas las preguntas se podrán responder a través de las opciones: “Nada”, “Poco”, “Neutral”, “Mucho” y “Bastante”, excepto la última que se pide una breve nota, si se desea. La siguiente figura muestra las preguntas empleadas.

**FIGURA 6.** Breve encuesta realizada a los alumnos



Fuente: Propia

Tras el análisis de esta respuesta se obtiene que un 96% de los alumnos consideran que el trabajo cooperativo ha resultado muy positivo de forma general. Es destacable como un 90% de los alumnos ha usado la respuesta “bastante” ante la pregunta sobre la relación con los compañeros, destacando por un lado el bajo nivel de relación entre compañeros antes de comenzar la asignatura y la mejora conseguida tras esta. Un 40% de los alumnos ha notado una mejora en su capacidad de análisis

de nivel “mucho”, frente al 50% que lo considera “neutro” y un 10% que ha visto su capacidad de análisis notablemente aumentada. Esto puede deberse al contacto con otros puntos de vista y otras formas de analizar y razonar que quizás antes no habían tenido, siendo un proceso enriquecedor. Es destacable que la totalidad de alumnos consideran que la asignatura ha cubierto las expectativas de forma positiva en distintos grados, lo que también anima al grupo docente a su repetición en los siguientes cursos y en otras asignaturas. Por último, solo algunos alumnos quisieron responder a la pregunta 5. Entre ellos se repite el alto grado de trabajo que implica la asignatura, viéndose prácticamente desbordados en algunos momentos con la unión de otras asignaturas, siendo un punto a estudiar por el grupo docente para los próximos cursos.

## 5. DISCUSIÓN

El presente trabajo ha puesto en marcha en el último curso el aprendizaje cooperativo como base del aprendizaje en asignaturas específicas de carreras técnicas. El principal objetivo ha sido el de romper con el individualismo detectado en los alumnos y alumnas que cursan grados de ingeniería, intentando disminuir el nivel de competitividad aumentando el compañerismo entre ellos. Para ello, se ha modificado el proyecto docente de dos asignaturas del Grado en Ingeniería de la Energía de la Universidad de Sevilla, centrando la metodología en el aprendizaje cooperativo, a través de creación de grupos de trabajo a lo largo de toda la asignatura. Se ha detectado un aumento notable del trabajo docente, seguido también de un aumento en el trabajo a realizar por los alumnos, siendo un punto por analizar para los siguientes cursos. Los alumnos han respondido positivamente a la metodología, aumentando la participación en clase, la capacidad de análisis y la capacidad de dialogo. Se ha notado una mejora en el ambiente grupal, aumentando el apoyo mutuo para la resolución de problemas. En cuanto a las calificaciones se ha conseguido anular el número de alumnos suspensos en la asignatura, así como aumentar a un 33.3% de calificaciones sobresalientes, frente a un 6.7% de años anteriores. Finalmente, un 96% de los alumnos consideran que el trabajo cooperativo ha resultado muy positivo de forma general y un 90%

considera que su relación con los compañeros ha mejorado en gran medida, consiguiendo el objetivo principal del aprendizaje cooperativo.

## 6. CONCLUSIONES

La sociedad actual se encuentra en un estado de cambio continuo, por ello, la educación debe adaptarse a los nuevos tiempos empleando prácticas innovadoras que ayuden al alumnado a alcanzar las metas marcadas. Los alumnos y alumnas que eligen estudiar carreras técnicas, suelen caracterizarse por tener un alto nivel de competitividad y bajo nivel de compañerismo. Es por ello que aparece la necesidad de generar un cambio en la estructura curricular con metodologías que permitan al alumnado trabajar conjuntamente, reforzando las relaciones sociales. Los alumnos deben parar, levantar la mirada de las pantallas y observar que forman parte de un grupo de personas en su misma situación cuyo trabajo grupal podría ser un apoyo enriquecedor.

En este contexto, desde el Grupo Termotecnia de la Universidad de Sevilla, se ha diseñado e implementado en dos asignaturas de especialidad una metodología docente basada en el aprendizaje cooperativo, un aprendizaje significativo que reconoce al alumnado como agente de su propio aprendizaje. El trabajo cooperativo favorece el desarrollo de la autonomía y autorregulación. Es evidente que cambiar la forma de organizar el trabajo en el aula, pasando del aprendizaje individual al aprendizaje en grupo cooperativo, supone nuevos retos para el profesorado, sin embargo, ha conseguido resultados notoriamente favorables. Los alumnos han mejorado su capacidad de diálogo, de análisis de problemas, creatividad y motivación. Las clases han conseguido ser un lugar activo de participación. Se ha conseguido generar una interdependencia positiva a través de la responsabilidad grupal fomentando el pensamiento crítico y reflexivo. Se ha observado una mejora en las habilidades interpersonales y grupales de los alumnos, siendo capaces de construir una solución real con autonomía, iniciativa y reflexión, mejorando a su vez los resultados académicos.

Como líneas futuras, el grupo docente busca repetir esta experiencia en el próximo curso mejorando los puntos débiles encontrados y reforzando

los positivos. Se busca la reducción de trabajo tanto por parte del docente, como del alumno, reestructurando las tareas y proyectos a realizar, así como la implementación en otras asignaturas y grados.

## 7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Agradecimientos III Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla y al proyecto de investigación NATURBEAM (Ref. TED2021-130416B-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación puesto que los desarrollos y productos del proyecto han permitido dinamizar y dotar de material a la componente más práctica de la docencia impartida.

## 7. REFERENCIAS

- Carvajal Escobar, Y. (2010). Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación.
- Cifuentes Férrez, P., & Meseguer Cutillas Purificación. (2015). Trabajo en equipo frente a trabajo individual: ventajas del aprendizaje cooperativo en el aula de traducción. *Revista de Estudios Filológicos*, 28.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Paidós.
- Malo Cerrato, S. (2006). Impacto del teléfono móvil en la vida de los adolescentes entre 12 y 16 años. *Comunicar*, 27, 105-112.
- Mayordomo, R. M., Onrubia, J., Badía, A., Duran, D., Engel, A., Jiménez, V., Lago, J. R., Martínez, C., Naranjo, M., Pujolàs, P., Riera, G., & Torrero, J. C. (2015). El aprendizaje cooperativo. Oberta UOC.
- Vilalta, J. M. (2013). La tercera misión universitaria innovación y transferencia de conocimientos en las universidades españolas. Fundación Europea Sociedad y Educación.

*FLIPPED CLASSROOM C*  
OMO HERRAMIENTA PARA MEJORAR  
LA CAPACIDAD DE AUTORREGULACIÓN  
DEL APRENDIZAJE EN ALUMNOS DE PRIMER CURSO  
DEL GRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA

---

VANESSA RIPOLL MORALES

*Facultad de Ciencias Experimentales  
Universidad Francisco de Vitoria*

MARINA GODINO OJER

*Facultad de Ciencias Experimentales  
Universidad Francisco de Vitoria*

NOEMY MARTÍN SANZ

*Unidad de Aprendizaje  
Universidad Francisco de Vitoria*

BELÉN OBISPO DÍAZ

*Unidad de Aprendizaje  
Universidad Francisco de Vitoria*

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS DE LA EXPERIENCIA EDUCATIVA

La sociedad tecnológica actual ha revolucionado y universalizado el acceso a la información, planteando nuevos escenarios y retos para los docentes de todas las etapas educativas. En este sentido, la adquisición de conocimientos de manera memorística y repetitiva debe pasar a un segundo plano, haciendo protagonistas a aquellas metodologías de aprendizaje que fomenten actitudes y habilidades activas y autónomas de los estudiantes. Este tipo de capacidades se conciben como fundamentales para los egresados de estudios universitarios, que deben de ser capaces de adaptar sus áreas de conocimiento a los constantes cambios a los que

se enfrentan, como quedó reflejado en la reforma del modelo universitario impulsada por la creación del Espacio Europeo de Educación Superior.

La autorregulación puede definirse como el resultado de un conjunto de procesos de adaptación sistémica, lo que implica no solo reaccionar, sino responder de forma proactiva a las demandas de un contexto particular. En el ámbito educativo, la autorregulación del aprendizaje incluye aquellos procesos que comprometen actitudes activas de los estudiantes que inician y ejecutan por propia iniciativa los procesos necesarios que responden a estrategias que permiten alcanzar sus metas personales en relación a los objetivos académicos previamente marcados (Zimmerman y Schunk, 2011). El modelo cíclico de autorregulación del aprendizaje de Zimmerman es la teoría metacognitiva más aceptada en las investigaciones sobre los procesos cognitivos de aprendizaje en psicología y educación (Panadero, 2017). Este modelo intenta identificar los procesos y variables implicadas que influyen en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes. Se define las siguientes fases (Panadero y Alonso-Tapia, 2014):

- Fase de planificación: fase inicial en la que el alumno analiza la tarea y establece una planificación estratégica para alcanzar los objetivos marcados. Esta etapa está condicionada por las creencias motivacionales del alumno (autopercepción de su capacidad para ejecutar la tarea con éxito, autoeficacia, condicionantes motivacionales, etc.).
- Fase de ejecución: para que esta etapa se lleve a cabo con éxito es necesario que el estudiante mantenga la concentración y motivación durante la realización de la tarea. En esta fase, juegan un papel clave la auto-monitorización y reflexión de la calidad de su actividad y las estrategias que el estudiante es capaz de marcar para mantener su interés por la tarea, como el control del entorno de trabajo, la gestión del tiempo, la búsqueda de ayuda, la organización mental de la información, el pensamiento en las auto-consecuencias, etc.

- Fase de auto-reflexión: por último, tiene lugar un proceso de evaluación interna y atribución de los éxitos y fracasos. Las conclusiones que el estudiante saca de esta etapa tienen una estrecha relación con sus acciones futuras en nuevos procesos de aprendizaje. Es decir, generan una retroalimentación en las fases de planificación y ejecución ulteriores, que están condicionadas por las sensaciones de satisfacción y afecto positivo (inferencia adaptativa) o desagradables y de estrés (inferencia evitativa) vividas durante todo el proceso de aprendizaje.

La metodología de *flipped classroom* o aula invertida introduce un cambio de paradigma en la estructura convencional de las clases apoyada en las tecnologías de la información y la comunicación. Se rompe con la metodología clásica de clases expositivas durante el tiempo presencial de la asignatura, a menudo caracterizadas por una gran cantidad de contenidos difícilmente integrados por el estudiante en ese tiempo, y el posterior trabajo autónomo del alumno, normalmente enfocado a la aplicación de los contenidos teóricos a problemas y casos prácticos. En el modelo de aula invertida, el docente guía el trabajo autónomo del alumno a través del material educativo facilitado (videos, infografías, páginas web, recursos bibliográficos, etc.), que debe ser trabajado por los alumnos previamente a su asistencia al aula. Posteriormente, las sesiones presenciales se destinan a la resolución de dudas y la realización de actividades, individuales o grupales, donde se busca que el estudiante aplique los contenidos teóricos recibiendo en tiempo real una retroalimentación formativa (Almendros y col., 2021).

A través de la metodología de aula invertida se produce una transformación de la relación entre docentes, alumnos y el conocimiento. El profesor pasa de ser el único depositario de conocimiento a facilitador de éste. Asimismo, esta renovación de la práctica docente tradicional busca poner al alumno en el centro de su propio aprendizaje, haciéndole sujeto activo y no objeto pasivo en la adquisición del conocimiento, conduciendo a un aprendizaje significativo y potenciando la responsabilidad del alumno en su proceso de aprendizaje (Balverdi y col., 2020).



Se ha demostrado que involucrar al alumno en su propio aprendizaje promueve su autonomía, motivación e iniciativa personal. El discente que selecciona de forma consciente y autónoma su estrategia de aprendizaje es capaz de transferir más eficazmente procesos y habilidades a contextos que compartan elementos comunes, lo que revierte directamente en resultados académicos más favorables (Sánchez-Cruzado y Sánchez-Compañía, 2020).

El cambio de la dinámica de las clases presenciales que introduce la metodología de *flipped classroom*, combinado con otras metodologías de aprendizaje activo como el trabajo colaborativo, repercute en una mayor motivación del alumnado, el fomento de las relaciones interpersonales en el aula y la mejora de algunas competencias transversales como las habilidades comunicativas (Almendros y col., 2021). El clima distendido y participativo generado en el aula estimula la relación profesor-alumno, propiciando un diálogo más cercano, con mayor espacio para los alumnos a expresarse (Abad-Segura y González-Zamar, 2019; Burgueño, 2019).

## 1.2. CONTEXTUALIZACIÓN

En el curso académico 20/21 se implantó en la Universidad Francisco de Vitoria el Grado en Ingeniería Biomédica. El primer curso de la titulación tiene un enfoque generalista, donde se trata de homogeneizar el nivel de los alumnos de las materias de ciencias básicas (física, química, matemáticas y biología) que serán la base de la asignaturas más especializadas de los cursos posteriores. En concreto, la asignatura de Química se imparte en el primer cuatrimestre del primer curso, con una carga lectiva de 6 ECTS, que se cubren con 45 h de sesiones en aula y 15 h de sesiones de laboratorio. Respecto a los contenidos abordados en la asignatura, se busca profundizar en los contenidos estudiados por el alumno en su etapa pre-universitaria (disoluciones, estructura de la materia, enlace químico, termodinámica química, cinética química, equilibrio químico en disolución e introducción a la química orgánica). A pesar de que la gran mayoría de alumnos matriculados en el Grado han cursado Química en 2º de Bachillerato, el rendimiento académico en esta asignatura es bajo. En el curso 20/21 el porcentaje de suspensos y no

presentados en la convocatoria ordinaria fue 35.7 y 7.1%, respectivamente. En el curso siguiente, estos porcentajes ascendieron al 48.6 y 8.6%, respectivamente. Cabe destacar que estos porcentajes son similares a otras asignaturas del primer semestre de la titulación, tales como Cálculo I. Física I y Biología celular y molecular.

Las reflexiones del equipo docente sobre estas tasas bajas de rendimiento apuntan a que se deben a varias causas. En primer lugar, que los contenidos resulten familiares a los alumnos puede provocar que no profundicen lo suficiente para alcanzar las competencias asociadas a un curso de nivel universitario. Por otro lado, se encuentra la inmadurez propia de los alumnos de primer curso, relacionada con las dificultades que encuentran en la gestión del tiempo y la organización del estudio autónomo de la asignatura. Por tanto, la experiencia docente presentada en este capítulo surge de la necesidad de formar al alumnado de primer curso en habilidades para la gestión del estudio autónomo en el ámbito universitario así como de poder identificar en el aula las dificultades de cada alumno particular para atender a sus diferentes necesidades de aprendizaje en el aula a lo largo del curso.

Dado que el Grado en Ingeniería Biomédica es de reciente implantación, el grupo de alumnos matriculados es reducido (28 alumnos de nuevo ingreso en el curso 20/21, 35 alumnos en el curso 21/22 y 32 alumnos en el curso 22/23). Se piensa que esta característica particular del grupo puede ser un factor diferencial para potenciar las relaciones interpersonales entre alumnos y entre el profesor y los alumnos. Se concibe que la mejora del clima del aula pudiera ser también una valiosa herramienta que permite mejorar también el rendimiento académico del grupo. Este factor se considera especialmente importante en el contexto personal del alumnado, que ha cursado su etapa formativa de Bachillerato bajo las restricciones sanitarias y sociales derivadas de la pandemia de la Covid-19.

## 2. OBJETIVOS

Cabe destacar que esta es la primera vez que se plantea un proyecto de innovación educativa en la asignatura de Química basado en la implementación integral de la metodología de aula invertida. A través de la

implementación del proyecto propuesto, se persigue el objetivo de estimular el aprendizaje significativo del alumnado, fundamental en la formación de futuros graduados universitarios. Para alcanzar este objetivo, se definen los siguientes objetivos específicos:

1. Fomentar de las estrategias de autorregulación del aprendizaje del alumno a través de la metodología *flipped classroom* y otras metodologías de aprendizaje activas.
2. Estudiar las variables que influyen en el rendimiento académico de los alumnos matriculados en la asignatura.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 PARTICIPANTES

La población de estudio son los alumnos matriculados en el grado de Ingeniería Biomédica de la Universidad Francisco de Vitoria. Se realizó un muestreo de tipo incidental, ya que se accedió a aquellos que asistían a clase. El grupo está formado por 37 alumnos, de los cuales el 83.8% son alumnos matriculados por primera vez en la materia mientras que el 16.3% restante son alumnos de segunda matrícula o sucesivas. En relación a los alumnos que se ofrecieron a responder el cuestionario elaborado para medir el impacto de la metodología, la muestra total quedó compuesta por 17 alumnos, de los cuales 11 eran mujeres (64.7%) y 6 eran hombres (35.6%) con una edad media de 17.82 (DT = .636).

#### 3.2 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

La aplicación de la metodología *flipped classroom* así como la implementación de actividades colaborativas en el aula fue diseñada con un planteamiento semanal de los temas. Por lo que, la primera acción que se llevó a cabo fue reestructurar los contenidos de la asignatura en 12 temas, coincidiendo con las semanas completas del cuatrimestre. La finalidad de esta acción es que el alumnado sea capaz de identificar la materia que se abordará durante las dos sesiones teóricas de cada semana. Tras este proceso, el temario quedó distribuido de la siguiente manera:

- Tema 1 Estructura de la materia
- Tema 2 Enlace químico y fuerzas intermoleculares
- Tema 3 Espectroscopía para el estudio de la materia
- Tema 4 Estados de agregación y disoluciones
- Tema 5 Reacciones químicas
- Tema 6 Introducción a la química del carbono
- Tema 7 Termodinámica química
- Tema 8 Cinética química
- Tema 9 Equilibrio químico
- Tema 10 Equilibrio ácido-base
- Tema 11 Equilibrios de precipitación y de formación de complejos
- Tema 12 Electroquímica

Al comienzo de la asignatura, en la sesión introductoria, el equipo docente explicó en detalle la metodología que se iba a seguir de manera integral en la materia, poniendo el foco en el papel activo que el estudiante debe tener en su proceso de aprendizaje.

Semanalmente, se proporcionó un video explicativo de los contenidos que iban a ser abordados durante la siguiente semana. Para asegurar el visionado de los videos, se diseñó un cuestionario sobre los conceptos básicos trabajados en los videos. Esta tarea se embebió dentro del aula virtual de la asignatura y debía ser completada antes de la primera clase de la siguiente semana. La primera de las sesiones semanales comenzaba abordando las dudas surgidas en el trabajo previo, siempre evitando realizar de nuevo la misma explicación al completo, lo que podría suponer un refuerzo positivo para aquellos alumnos que no habían visionado previamente el video, en detrimento de la motivación de los alumnos que sí habían realizado adecuadamente la tarea. Después, el profesor realizaba algunos ejercicios básicos sobre ese tema y profundizaba en algunos

contenidos, si la complejidad del tema así lo requería. Por último, se proponía a los alumnos la realización de una actividad de mayor dificultad, que podría considerarse como un ejercicio “tipo examen”. Estas actividades se realizaban completamente durante las sesiones teóricas para lo cual los estudiantes eran divididos en grupos de trabajo propuestos por el equipo docente. Para la distribución de los alumnos se buscaba generar grupos de trabajo heterogéneos, favoreciendo la integración de todos los miembros de la clase. Aquellos alumnos que no habían realizado la tarea autónoma exigida se integraban dentro de un mismo grupo, con la finalidad de evitar mermar el rendimiento académico de aquellos alumnos que sí habían cumplido con este trabajo. Durante la realización de la actividad, el docente resolvía personalmente las dudas particulares que les surgía a cada grupo de trabajo, lo que le permitía identificar las dificultades de cada alumno. Tras el tiempo dispuesto para la actividad, se recogía la entrega y se realizaba la corrección de la misma, haciendo hincapié en los errores cometidos por los alumnos. De esta manera, los alumnos recibían *feedback* instantáneo de sus ejercicios.

Estas actividades formativas se vieron reflejadas de la siguiente manera en el sistema de evaluación:

- La media de las calificaciones obtenidas en las tareas realizados de manera autónoma previamente a las sesiones teóricas ponderaban un 5% de la calificación final de la asignatura.
- La media de las calificaciones obtenidas en las actividades realizadas de manera cooperativa durante las sesiones teóricas y con apoyo del equipo docente ponderaban un 10% de la calificación final de la asignatura. Para la realización de la media se tuvieron en cuenta el 80% de las notas más altas obtenidas por cada estudiante.

### 3.3. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA METODOLOGÍA

Para la evaluación de las variables estudiadas se diseñó un cuestionario que pretendía evaluar las siguientes variables:

Autorregulación del aprendizaje. Las variables evaluadas han sido las estrategias de autorregulación, que se refiere a las técnicas que los

estudiantes utilizan para controlar su proceso de aprendizaje. Esta variable se midió utilizando el Inventario de Estrategias de Autorregulación en estudiantes universitarios (Hernández-Barrios y Camargo-Uribe, 2017). El cuestionario está formado por 18 ítems que están valorados en una escala Likert de 4 puntos, siendo 1 “nunca”, 2 “casi nunca”, 3 “casi siempre” y 4 “siempre”. Por tanto, la máxima puntuación que se puede obtener es 72 puntos. Además el instrumento está configurado en 4 dimensiones: *(i)* organización del entorno, que evalúa el conjunto de acciones orientadas a disminuir las variables distractoras, *(ii)* organización de la tarea, en referencia al plan de acción para llegar a una meta, *(iii)* búsqueda de información, como el uso de las fuentes necesarias para completar una actividad académica y *(iv)* hábitos inadecuados de regulación, que es la medida en la cual los estudiantes evitan enfrentarse a tareas complicadas. A continuación se detallan las preguntas realizadas al alumnado:

Factor I. Hábitos inadecuados de regulación:

1. Cuando no comprendo algún tema le pregunto a la profesora.
2. Evito preguntar en clase cuando no entiendo el tema.
3. Me rindo fácilmente cuando no entiendo algo.
4. Cuando estoy estudiando ignoro los temas que son difíciles de entender.
5. Me distraigo fácilmente cuando estoy estudiando.

Factor II. Organización del entorno:

6. Intento estudiar en un sitio tranquilo
7. Intento estudiar en un lugar sin distracciones (ruido, gente hablando)
8. Me aseguro de que nadie me distraiga cuando estoy estudiando
9. Permito que las personas me interrumpen cuando estoy estudiando
10. Termino todas mis actividades académicas antes de iniciar otro tipo de actividades

### Factor III. Búsqueda de información:

11. Realizo búsquedas bibliográficas adicionales que me ayuden a comprender los temas de clase
12. Busco material complementario de los temas vistos en clase
13. Investigo cuando no entiendo algo sobre las tareas que me dejan

### Factor IV. Organización de la tarea:

14. Planeo en qué orden realizaré mis actividades académicas
15. Coordino mi tiempo de acuerdo a las actividades académicas asignadas
16. Hago un horario para organizar mi tiempo de estudio
17. Uso algún método para mantener en orden el material de mis clases
18. Antes de empezar a estudiar, pienso cuál es la mejor forma de hacerlo

– Motivación de logro. La motivación de logro, que se basa en el deseo de alcanzar un alto nivel de rendimiento académico. La variable se evaluó utilizando la Escala Atribucional de Motivación de Logro General (EAML-G) (Durán-Aponte y Pujol, 2013). Los resultados se valoran sobre una escala Likert de 1 a 6 puntos, siendo 1 la puntuación más baja y 6 la más alta, la máxima puntuación que se puede obtener es 36 puntos. A continuación se detallan las preguntas realizadas al alumnado:

1. ¿Cuánto esfuerzo haces para sacar buenas notas este cuatrimestre?
2. ¿Cuánta confianza tienes en aprobar todas las materias este cuatrimestre?
3. ¿Cuánta probabilidad de aprobar las materias tienes este cuatrimestre?
4. ¿Cómo valoras tu propia capacidad para estudiar las materias?
5. ¿Cuán importantes son para ti las buenas notas en este cuatrimestre?
6. ¿Cuánto interés tienes por estudiar este cuatrimestre?

- Valoración de la metodología. La valoración de la metodología *Flipped Classroom* cuantifica en qué medida la nueva forma colaborativa de enseñanza favorece el aprendizaje de los alumnos (Fernández-Carballo, 2022). El cuestionario evalúa el interés, la actitud y la motivación de los alumnos y se utilizaron 14 preguntas del test valoradas con una escala de Likert de 5 puntos (totalmente en desacuerdo, parcialmente en desacuerdo, ni acuerdo ni en desacuerdo, parcialmente de acuerdo y totalmente de acuerdo). La puntuación máxima que se puede obtener en este apartado es 70 puntos. A continuación se detallan los aspectos sobre los que se ha preguntado al alumnado:
1. Con esta nueva metodología ha mejorado mi actitud hacia la química
  2. Estoy más motivado con esta metodología que con una clase expositiva por parte del profesor
  3. Después de esta asignatura estoy menos interesado en la química
  4. No he visto regularmente el contenido propuesto para casa
  5. Esta metodología ha hecho que preste más atención en clase
  6. Esta metodología hace que el profesor tenga más tiempo para resolver mis dudas y las de mis compañeros.
  7. Con esta metodología puedo ayudar más a mis compañeros
  8. Mis compañeros me han ayudado en esta asignatura más que en otras
  9. Esta metodología me ofrece más oportunidades de comunicarme con mis compañeros.
  10. Esta metodología me ha permitido ser más autónomo
  11. Con esta metodología me organizo peor
  12. Esta metodología ha mejorado mis conocimientos de química
  13. Creo que esta metodología no va a hacer que obtenga mejores notas
  14. Esta metodología no es más efectiva que una metodología más tradicional
- Nota de acceso a la universidad y bachillerato. Se han utilizado las calificaciones previas de los alumnos preguntando por la



nota de acceso a la universidad, del 0 al 14, así como el rendimiento académico en base a la calificación final de la asignatura de química en la carrera en la convocatoria ordinaria del curso académico, evaluada sobre 10.

#### 3.4. PROCEDIMIENTO

Se llevó a cabo un diseño de tipo cuasi-experimental, pre-post, con un único grupo. Ya que se implantó una metodología activa de aprendizaje en los estudiantes, pero la selección no fue aleatoria. Además, se realizaron medidas antes y después de la intervención en el único grupo en el que se impartió la docencia.

La información fue recogida a través de un cuestionario difundido en la plataforma de Qualtrics. Todos los participantes cumplieron el consentimiento informado siguiente la normativa vigente de protección de datos.

#### 3.5. ANÁLISIS DE DATOS

Para llevar a cabo el análisis de la información se emplearon pruebas no paramétricas, dado el incumplimiento del supuesto de normalidad.

En primer lugar, para dar respuesta al primer objetivo se empleó la prueba de Wilcoxon. De manera complementaria, y para comprender mejor los resultados obtenidos en el primer objetivo, se realizaron análisis descriptivos (media y desviación típica) y estudios de correlación (correlación de Spearman). Posteriormente, para responder al resto de objetivos también se llevaron a cabo pruebas de correlación de Spearman.

El análisis de información se llevó a cabo con el paquete estadístico SPSS v.21. La interpretación de los resultados se realizó según las indicaciones dadas por Pardo y San Martín (2012).

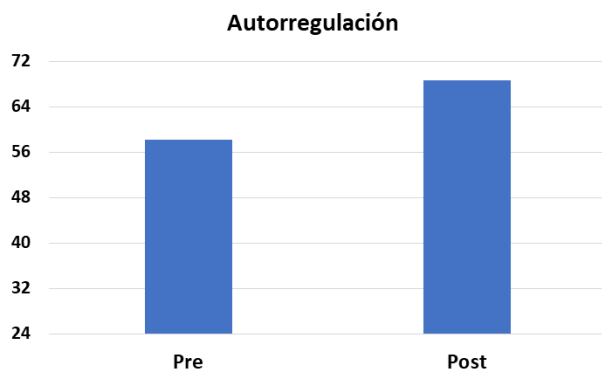
## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 EVALUACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE AUTORREGULACIÓN DEL APRENDIZAJE DEL ALUMNADO

Para evaluar la consecución los objetivos de esta experiencia docente, se procedió a analizar las respuestas dadas por los alumnos al cuestionario diseñado, estableciendo una comparación entre las respuestas al comienzo del cuatrimestre y al final de este. En este sentido, se observó que los alumnos mostraron puntuaciones más altas en la autorregulación al terminar la asignatura con la metodología *flipped classroom*. En concreto, los estudiantes tienen hábitos más adecuados de autorregulación después de cursar la asignatura.

La prueba de Wilcoxon revela que existen diferencias estadísticamente significativas ( $W=3.552$ ;  $p<0.001$ ) entre la autorregulación pre y post. Por lo tanto, la metodología resultó ser para mejorar la autorregulación, encontrando una autorregulación de los alumnos más alta después (rango promedio = 9.47;  $M=68.71$ ;  $DT=6.678$ ) que antes de cursar la asignatura (rango promedio = 1.5;  $M=58.18$ ;  $DT=5.318$ ). En la figura 1 se recogen visualmente los valores medios presentados.

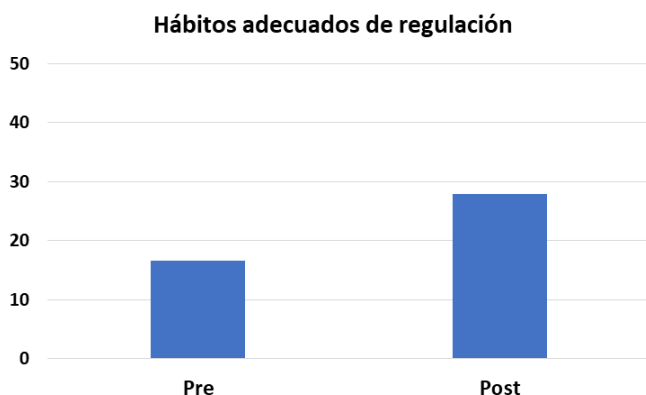
**FIGURA 1.** Puntuaciones medias de autorregulación



En la dimensión de hábitos adecuados de regulación, la prueba Wilcoxon también indica que existe una diferencia estadísticamente significativa ( $W=3.579$ ;  $p < 0.001$ ) entre la medida pre y post. Es decir que la

medida después de la asignatura es más alta (rango promedio = 9.5; M=27.94; DT=4.423) que antes de cursarla (rango promedio = 1; M=16.53; DT=2.322). En la figura 2 se recogen visualmente los valores medios presentados.

**FIGURA 2.** Puntuaciones medias de dimensión de hábitos adecuados de regulación

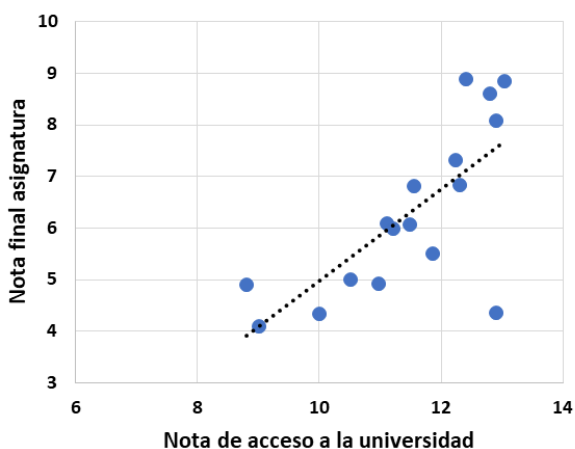


Además, respecto de la valoración de la metodología de *flipped classroom* se observó que los estudiantes valoraban de manera adecuada dicha metodología (M: 49.05; DT: 5.20). Además, también se pudo analizar la relación entre la metodología y la autorregulación y se observó que cuanto más valoran esta metodología mayor es su autorregulación ( $R_s = 0.605$ ;  $p < 0.05$ ).

Por otro lado, se encontró que la nota de acceso a la universidad está relacionada con el rendimiento académico final (notal final) en la asignatura ( $R_s = 0.722$ ;  $p < 0.001$ ). Concretamente, aquellos alumnos que vienen con calificaciones más altas del bachillerato y EVAU, alcanzan calificaciones más altas en la asignatura en la universidad (nota final). En la figura 3 se recoge la distribución de las puntuaciones según ambas variables.

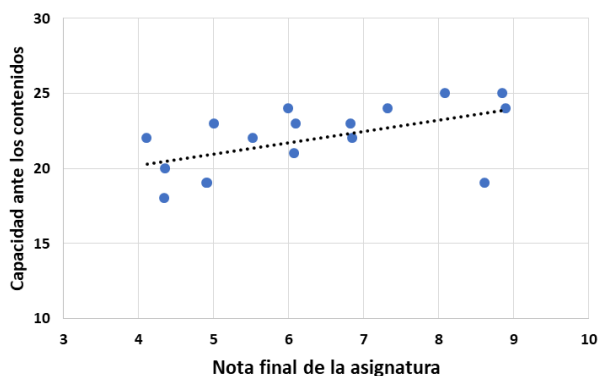
Además, se observó que aquellos alumnos que se perciben como más capaces ante los contenidos de la asignatura (dimensión de la motivación de logro) son aquellos que obtienen una mayor nota al final de la asignatura ( $R_s = .619$ ;  $p < .01$ ). En la figura 4 se recoge la relación entre ambas variables.

**FIGURA 3.** Relación entre nota de acceso a la universidad y nota final obtenida en la asignatura en la convocatoria ordinaria



Tras este trabajo se puede apreciar que la metodología del *flipped classroom* mejora la autorregulación de los alumnos. En otras palabras, esta metodología activa contribuye a la previsión, la ejecución y la reflexión de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

**FIGURA 4.** Relación entre motivación de logro y nota final obtenida en la asignatura en la convocatoria ordinaria



Concretamente, el aspecto que mejora son los hábitos adecuados que los estudiantes siguen a la hora de regularse. Esto significa, que la metodología de *flipped classrom* contribuye a preguntar al profesor cuando algo no se comprende, cuando no se entiende algo no rendirse, estudiar temas

que son difíciles y no ignorarlos o no distraerse con facilidad mientras se estudia (Herández-Barrios y Camargo-Urbe, 2017)

Por otro lado, se apreció que la nota con la que los alumnos acceden a la universidad y la motivación de logro son los factores que se relacionan con la nota final. Esto quiere decir que, las calificaciones más altas en la nota de acceso más puntúan al terminar la asignatura. Esto puede deberse a la propia confianza de enfrentarse a este tipo de asignatura si han tenido experiencias previas de éxito.

Por último, se puede apreciar que la calificación al finalizar la asignatura de química es superior cuanto mayor es su motivación de logro. Es decir, cuando los alumnos persisten en una tarea, o quieren terminarla con éxito y se demandan así mismo, cuando se enfrentan a situaciones que demandan compromiso, cuando tienen una actitud orientada a obtener buenas calificaciones gracias a su esfuerzo y satisfacción y cuando son capaces de estar conformes con la evaluación que reciben por parte de sus profesores (Durante-Aponte y Pujol, 2013), mayor es su calificación al finalizar la asignatura.

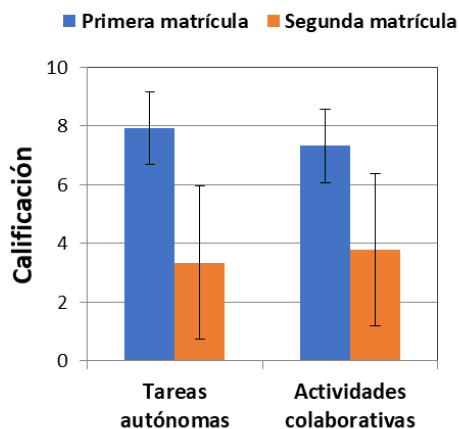
#### 4.2. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO ALCANZADO EN LA ASIGNATURA

En este apartado se desglosan las calificaciones obtenidas por los alumnos en la convocatoria ordinaria del curso 22/23. En primer lugar, cabe destacar que de manera general, todos los alumnos de primera matrícula siguieron adecuadamente la metodología *flipped classroom*, estando involucrados tanto en la realización de las tareas autónomas como en las actividades colaborativas en el aula. La calificación media en estas actividades por ambos grupos de alumnos se muestra en la figura 5. Sin embargo, no se observó ninguna mejora en la tasa de aprobados final de la asignatura en la convocatoria ordinaria de este curso académico respecto a la registrada en cursos anteriores, como muestra la figura 6. Como se comentó en el apartado anterior, las variables más determinantes en la nota final son la nota de acceso a la universidad en materia de química y la propia percepción del alumno en su capacidad de superar la asignatura, factores en los que la metodología adoptada no tiene influencia. De estos resultados se deduce que la metodología debe encaminarse

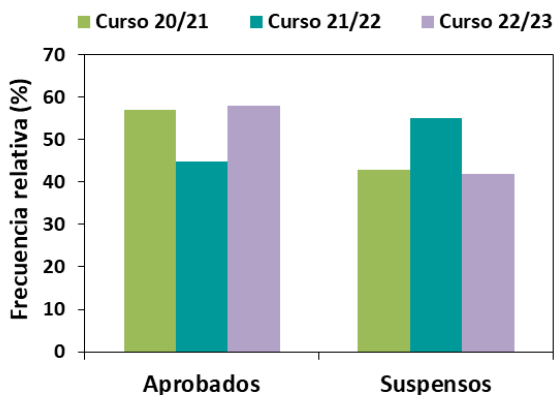
también a mejorar la motivación de logro del alumnado, sobre lo que se trabajará en los cursos académicos sucesivos.

Otro factor que se quiere resaltar es el rendimiento académico de los alumnos de segunda matrícula y sucesivas, cuyo desempeño fue deficiente en la mayoría de los casos, no solo en las actividades de evaluación continua (figura 5) sino también en la tasa de éxito final (figura 7). Cabe destacar que en el curso 20/21, año de implantación del primer curso de grado, todos los alumnos matriculados fueron de nuevo ingreso (primera matrícula). La tasa de aprobados en los alumnos de segunda matrícula se reduce a la mitad respecto a la observada en alumnos de primera matriculación. Este fenómeno no es específico de esta materia, sino que se han observado tasas similares para otras asignaturas del grado y otros grados de la Facultad. Estos resultados están relacionados con la baja vinculación y compromiso que tienen los alumnos de segunda matrícula con las asignaturas que repiten y deja patente la necesidad de diseñar intervenciones educativas específicas para los alumnos de segunda matrícula.

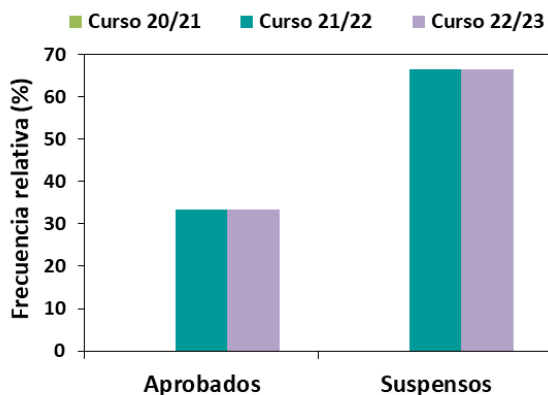
**FIGURA 5.** Calificación media en las tareas autónomas y en las actividades colaborativas del curso obtenida por los alumnos de primera matrícula y por los alumnos de segunda matrícula o sucesivas



**FIGURA 6.** Relación de alumnos de primera matrícula aprobados y suspensos en la convocatoria ordinaria de los cursos académicos 20/21, 21/22 y 22/23



**FIGURA 7.** Relación de alumnos de segunda matrícula o sucesivas aprobados y suspensos en la convocatoria ordinaria de los cursos académicos 20/21, 21/22 y 22/23



#### 4.3 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En este trabajo se describe la experiencia realizada en la asignatura de Química basada en la implementación de metodologías activas de aprendizaje. Esta experiencia es el resultado de la aplicación a un único grupo de estudiantes del Grado en Ingeniería Biomédica en una sola universidad y durante un único curso académico. Por lo tanto, hay que tener en

cuenta que los resultados pueden variar según el contexto institucional y la formación académica de los participantes. En este contexto, también cabe mencionar que en los resultados obtenidos puede influir el curso del grado de los estudiantes por lo que sería interesante probar esta metodología en otros niveles educativos tanto de grado (otros cursos) como de máster.

Finalmente, los datos obtenidos en relación al impacto de la metodología aplicada sobre los estudiantes y los resultados académicos se manejaron de forma anónima y separada de cualquier dato personal. En consecuencia, sólo se pueden extraer conclusiones globales; dejando de lado resultados individuales donde habría que tener en cuenta motivaciones y situaciones personales lo cual no era el objetivo de este trabajo. Hay que tener en cuenta que un estudio más largo proporcionaría resultados más sólidos.

## 5. CONCLUSIONES

El trabajo presentado es una evidencia más sobre los beneficios de las metodologías activas de aprendizaje, concretamente del *flipped classroom*, en la promoción de estrategias de autorregulación de los estudiantes. La motivación de logro y la nota de acceso a la universidad son las variables de mayor influencia en la nota final en la asignatura. Entre las áreas de mejora del proyecto a futuro se encuentran el diseño de acciones formativas encaminadas a mejorar el deseo del alumnado a alcanzar un mayor rendimiento académico y la involucración de los alumnos de segunda matrículas y sucesivas en el estudio de la materia.

## 7. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se enmarca dentro del proyecto “Aplicación de metodologías activas en Química: aula invertida y trabajo colaborativo”, aprobado en la Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente de la Universidad Francisco de Vitoria del curso 2022/2023.



## 8. REFERENCIAS

- Durán-Aponte, E. y Pujol, L. (2013). Escala Atribucional de Motivación de Logro General (EAML-G): Adaptación y análisis de sus propiedades psicométricas. *Estudios Pedagógicos*, 49(1), 83-97.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052013000100005>
- Fernández-Carballo, M.V. (2022). Influencia del aprendizaje invertido en la actitud hacia una asignatura de lengua extranjera. *INNOEDUCA. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 8(1), 44-58. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2022.v8il.11942>
- Hernández-Barrios, A. y Camargo-Uribe, A. (2017). Adaptación y validación del Inventario de Estrategias de Autorregulación en estudiantes universitarios. *Suma Psicológica*, 24(1), 9-16.  
<https://doi.org/10.1016/j.sumpsi.2017.02.001>
- Panadero, E. y Alonso-Tapia, J. (2014). ¿Cómo autorregulan nuestros alumnos? Revisión del modelo cíclico de Zimmerman sobre autorregulación del aprendizaje. *Anales de Psicología*, 30(2), 450-462.  
<http://dx.doi.org/10.6018/analesps.30.2.167221>
- Panadero, E. (2017). A Review of Self-regulated Learning: Six Models and Four Directions for Research. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-28.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>
- Pardo, A. y San Martín, R. (2015). *Análisis de datos en ciencias sociales y de la salud II*. Síntesis.
- Zimmerman, B. J. (2011). Motivational sources and outcomes of self-regulated learning and performance. In B. J. Zimmerman & D. H. Schunk (Eds.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (pp. 49-64). Taylor & Francis Group.

## EL PROCESO DE VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN COMO FORMA DE COMPRENSIÓN DE PROGRAMAS

---

MARÍA INMACULADA SANTAMARÍA VALENZUELA  
*Universidad Politécnica de Madrid*

HELENA LIZ LÓPEZ  
*Universidad Politécnica de Madrid*

ÁNGEL PANIZO LLEDOT  
*Universidad Politécnica de Madrid*

JAVIER HUERTAS TATO  
*Universidad Politécnica de Madrid*

### 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la innovación es implementar de manera exitosa cambios, ya sean la adición o transformación de elementos que sea útil o conlleve a beneficios o mejoras (Ferrari, Cachia, & Punie, 2009). En educación, estos cambios se pueden implementar en uno o varios elementos involucrados en el proceso de aprendizaje: tecnología, didáctica, pedagogía, procesos o personas (Murillo, 2017).

Existen numerosos tipos de innovación docente, dependiendo de las herramientas utilizadas, como pueden ser el *aprendizaje por servicio* (Anguera de Sojo Hernández, Liz López, Torregrosa López, & Villar Rodríguez, 2022), que se basa en la fusión del aprendizaje académico con el servicio comunitario; *aprendizaje basado en investigación* (Martín & Valero Redondo, InVes: mejora en la calidad docente y contenidos docentes mediante investigación continua aplicada, 2022) orientado a que el alumnado busque posibles soluciones a problemas planteados; *aula invertida* (Scott, y otros, 2014), que propone que sean los estudiantes los que se preparen el contenido de manera autónoma para que las clases sean más participativas; *aprendizaje activo* (De la Iglesia Villasol, 2019), que abarca un conjunto de métodos que

comparten e involucran al estudiantado en tareas como el análisis, la síntesis y la evaluación; o la *gamificación*, que introduce aspectos lúdicos en el proceso de aprendizaje (Guerrero-Alcedo, Espina-Romero, & Nava-Chirinos, 2022).

El grado de transformación, originalidad e impacto depende del problema a superar. Existen casos donde es imperativa la aplicación de cambios más disruptivos, mientras que otros problemas requieren de pequeñas mejoras o modificaciones para solventarlos (López Cruz & Heredia Escorza, 2017).

En este trabajo se propone una actividad que busca promover diferentes competencias básicas, transversales y comunes de los grados de ingeniería informática de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos (ETSISI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). En concreto se centra en la mejora del análisis y pensamiento crítico, la resolución de problemas, la expresión escrita, la comprensión lectora y el aprendizaje autónomo. Para ello se ha decidido introducir metodologías englobadas dentro del aprendizaje activo (Oltra Mestre, García Palao, Peris, Luisa, & Borontar Navarro, 2012). En concreto, este trabajo se centra en la metodología de evaluación por pares, entre los estudiantes. La razón principal que motiva la elección de esta metodología dentro del gran abanico de posibilidades que plantea el aprendizaje activo, es que refuerza el análisis crítico y las habilidades de resolución de problemas al involucrar a los estudiantes en el proceso de evaluación.

Para que el estudiante pueda participar de la evaluación de las tareas propuestas es esencial que adquiera habilidades de validación y verificación de los resultados obtenidos y los procesos seguidos. Se trata de una de las principales fases para comprender un problema, que es saber razonar si el resultado conseguido es válido para el mismo, así como la verificación del razonamiento seguido y los pasos ejecutados, tal y como se observa en el método Pólya (Ruben Dario Mendoza Arenas, 2023). Esta habilidad es especialmente importante en el ámbito de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC), donde es crucial la validación y verificación (V&V) de las soluciones desarrolladas; siendo, de hecho, una asignatura propia en los grados de Informática en cursos superiores, donde se detallan métodos específicos de V&V.

Saber verificar los resultados es, además, una de las herramientas básicas de la competencia Aprender a Aprender: ofrece la libertad de poder saber cuán preciso es tu aprendizaje de modo autónomo. Así pues, es esencial iniciar al estudiante en el proceso de validación y verificación de la solución propuesta. Este proceso, se vuelve especialmente fructífero en el caso del aprendizaje de un lenguaje de programación si se incluye una parte de interacción entre alumnos.

Una forma muy utilizada de verificación es el uso de pruebas unitarias. Consiste en la comprobación mediante pequeñas funciones del correcto funcionamiento del programa para casos concretos (Fraser, 2014). De esta manera, se automatizan las comprobaciones, lo que sirve no sólo para verificar que se han realizado todos los pasos correctamente, sino que también para facilitar el mantenimiento del programa a dotarnos de una herramienta que compruebe que las modificaciones realizadas sobre el código no modifican su comportamiento sobre los casos de prueba predefinidos.

La comprobación mediante pruebas unitarias es una práctica que se puede inculcar de manera básica al inicio del aprendizaje de un lenguaje. Tiene la ventaja de que es sencillo de aplicar en funciones muy sencillas y permite al alumno tener una herramienta de autoevaluación para comprobar que su código resuelve el problema solicitado al menos en los casos que haya definido. De esta manera, se culmina el proceso de resolución de problemas del método Pólya, garantizando el aprendizaje profundo de las herramientas utilizadas.

Así, se plantea una práctica aplicable en las primeras asignaturas de programación en java que introduce al estudiantado en el proceso de V&V mediante el uso de pruebas unitarias. Al tratarse de un nivel básico del aprendizaje, es esencial fomentar una interacción que mantenga el lenguaje a aprender como herramienta vehicular.

Con el fin de favorecer la comunicación horizontal; y, con ello, el aprendizaje profundo del lenguaje de programación, se introduce un elemento de evaluación por pares.

En los apartados siguientes se detalla la actividad diseñada en cuatro apartados: 2. Objetivos, detalla los objetivos específicos de la

metodología desarrollada; 3. Metodología, describe de modo detallado las distintas fases de la dinámica diseñada; 4. Resultados esperados y conclusiones, donde se detallan las competencias que se espera promover con el desarrollo de cada fase de la actividad.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es el diseño e implementación de una actividad basada en la metodología de aprendizaje activo. Se incluye la evaluación por pares para introducir al alumnado en el proceso de verificación mediante el uso de pruebas unitarias. Así, se involucra al alumnado en la evaluación de la asignatura, lo que les permitirá potenciar diferentes competencias.

De este modo, se promueve la consecución del objetivo principal del Grado en Ingeniería de Sistemas de Información de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos (ETSISI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM): formar profesionales capaces de utilizar un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable para el desarrollo, operación y mantenimiento del software y de establecer y utilizar principios sólidos de ingeniería para obtener software fiable que funcione eficientemente en máquinas reales así como de estimar los costes de los desarrollos (Universidad Politécnica de Madrid, 2022).

La dinámica descrita a continuación introduce al alumnado en una metodología sistemática básica para el desarrollo, validación, verificación y mantenimiento de software. Además, se promueven los objetivos básicos del grado: OB5 (Habilidad para desarrollar y mantener aplicaciones informáticas de calidad) y OB6 (Habilidad para crear y desarrollar sistemas informáticos integrando hardware, software y redes, ya sea en entornos centralizados o distribuidos), ya que el alumnado se inicia en el uso de los test unitarios que son herramientas que les permiten ser capaces de desarrollar y mantener sistemas y aplicaciones de acuerdo a los conocimientos adquiridos (Universidad Politécnica de Madrid, 2022).

### 2.1. COMPETENCIAS QUE ENMARCAN EL PROGRAMA EDUCATIVO

Los planes de estudios de los diferentes grados de Ingeniería de la ETSISI establecen que la formación de los títulos tiene que permitir al

egresado alcanzar los objetivos propuestos mediante el desarrollo de distintas competencias descritas en el Consejo de Universidades (Consejo de Universidades, 2009).

Las competencias determinadas en el consejo para su desarrollo en el transcurso de los diferentes programas educativos se dividen en tres grandes grupos. En primer lugar, encontramos las **Competencias Transversales (CT)**, que están relacionadas con las habilidades fundamentales para el desarrollo integral de los estudiantes, aplicables en diferentes contextos y disciplinas. En segundo lugar, las **Competencias Básicas (CB)**, que se refieren a los conocimientos y habilidades fundamentales que los estudiantes deben adquirir. Se consideran esenciales para el desarrollo académico y la comprensión de las diversas disciplinas del grado. En tercer lugar, las **Competencias Comunes (CC)**, que son competencias compartidas por todos los programas académicos dentro de la institución. El objetivo de las CC es garantizar un nivel mínimo de habilidades y conocimientos que todos los egresados de la universidad deben poseer, independientemente de su área de especialización. De esta manera, se detallan tanto competencias específicas de cada programa educativo como competencias comunes a nivel académico y de desarrollo integral del estudiantado.

## 2.1. COMPETENCIAS QUE ESTIMULA LA ACTIVIDAD PROPUESTA

En el trabajo presente buscamos desarrollar una actividad aplicable al aprendizaje de cualquier lenguaje de programación, tratándose de habilidades fundamentales aplicables en diferentes disciplinas. Por este motivo, nos fijamos en las Competencias Transversales. Entre las competencias transversales que se describen, existen varias que son susceptibles de mejora mediante la aplicación de metodologías de aprendizaje activo. Este trabajo se centra en las cinco siguientes:

- **Análisis y síntesis (CT1)**. La actividad involucra la resolución de ejercicios de programación, siendo esencial la capacidad de análisis de objetivos y la síntesis del enunciado. Además, se hace especial hincapié en la detección de los casos de prueba más importantes. Esta búsqueda involucra de un modo especial

la capacidad analítica y de síntesis aplicadas al desarrollo de programas informáticos.

- **Resolución de problemas** (CT2). La actividad mantiene la resolución de un problema informático como parte fundamental. Además, se introduce el método Pólya como una metodología básica de desarrollo de problemas, aportando herramientas útiles al estudiantado para el desarrollo de la competencia de resolución de problemas,
- **Comunicación escrita** (CT4). Esta competencia se puede dividir en dos habilidades esenciales: comprensión lectora y expresión escrita. Por una parte, al analizar el enunciado se propicia la mejora de la comprensión lectora del lenguaje natural. Asimismo, al comprender la solución propuesta por los otros compañeros estamos propiciando la mejora de la comprensión lectora del propio lenguaje de programación, así como del lenguaje natural. Por otra parte, se propicia la comprensión escrita al deber ser capaces de escribir un código legible y que se corresponda con una solución correcta para el problema presentado, así como comentarios que detallan su funcionamiento para que el compañero que nos evalúa sea capaz de comprenderlo. También se evalúa la expresión escrita en los comentarios aportados en la evaluación del compañero, donde se debe tener una especial claridad y concisión.
- **Aprendizaje autónomo** (CT7) o Aprender a Aprender, Se proporcionan herramientas básicas de resolución, validación y verificación de problemas. Todas las herramientas son aplicables para el aprendizaje independiente en los ámbitos de comprensión de problemas, diseño, implementación y evaluación de soluciones informáticas. Se trata de habilidades esenciales para el aprendizaje de nuevos conocimientos, especialmente en el ámbito de la ingeniería informática.
- **Uso de las TIC** (CT12). Resulta imperativo el uso de entornos de desarrollo integrado (IDLEs), permitiendo al alumno comprender la herramienta *Visual Studio Code*, que permite

programar en una amplia gama de lenguajes de programación además de proporcionar extensiones ampliamente utilizadas que ayudan a la implementación eficiente de código. Se trata de una herramienta ampliamente utilizada en el mundo laboral, favoreciendo la futura integración del estudiantado.

Adicionalmente, se promueve la precisión y la eficacia en la generación de código. Al abordar los ejercicios tanto desde la perspectiva de proponer una solución como desde el punto de vista de la verificación de resultados, se promueve el desarrollo de las habilidades de velocidad y precisión al implementar programas. Esto se consigue al programar un código que resuelva de manera exhaustiva todos los casos concretos necesarios, minimizando la posibilidad de dejar alguno sin atender.

Una manera controvertida de propiciar la eficacia en el desarrollo del código es la aplicación de herramientas de Inteligencia Artificial para la generación de código y comentarios. Si bien es especialmente importante que el alumnado se enfrente de manera directa con los ejercicios propuestos, su aplicación por parte del estudiantado es una realidad a la que el profesorado tiene que enfrentarse. En consecuencia, surge como objetivo secundario de este trabajo enseñar al alumnado a usar de forma adecuada y crítica estas herramientas para evitar así un uso indiscriminado y poco crítico de las mismas.

La actividad propuesta se diseña para cursos iniciales de programación con el fin de incentivar el desarrollo de las competencias mencionadas, aprendiendo a utilizar las pruebas unitarias como herramienta de validación y verificación al programar.

Así, se promueven habilidades transferibles a la programación en cualquier lenguaje mediante el empleo de herramientas ampliamente utilizadas en la industria. Esto supone una adaptación del alumno a las competencias necesarias en el ámbito actual, permitiéndole adquirir capacidades para el aprendizaje autónomo.



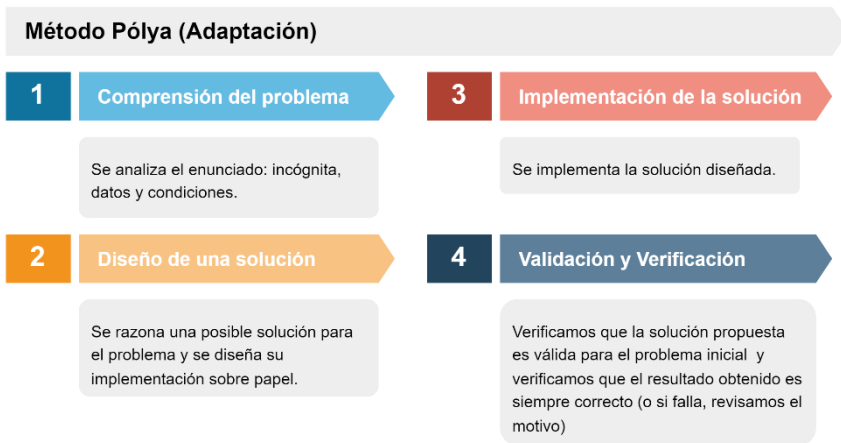
### 3. METODOLOGÍA

Para el diseño de la actividad, partimos de una metodología de aprendizaje activo basada en la evaluación por pares entre los alumnos. Los alumnos evaluarán los ejercicios de los compañeros y les proporcionarán retroalimentación. Posteriormente, el profesor revisará tanto las soluciones propuestas como la retroalimentación aportada.

Esta metodología propicia la mejora del aprendizaje profundo, ya que favorece y potencia la comunicación horizontal y la autoevaluación. Una manera de incluir ambos aspectos en el desarrollo de las actividades habituales de las clases prácticas es la introducción de la autoevaluación mediante la Validación y Verificación de las soluciones, así como la introducción de la evaluación por pares, como herramienta del aprendizaje activo.

#### 3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA

**FIGURA 1.** Pasos para la resolución de un problema que sigue el método Pólya. Adaptación al caso de resolución de un ejercicio de implementación de un programa informático.



Fuente: elaboración propia.

La metodología se basa en el método Pólya (Ruben Dario Mendoza Arenas, 2023), que tiene mucho en común con el método científico. Se trata de una metodología basada en el análisis y la verificación de

resultados para la comprensión profunda y resolución de un problema. Este método nos permitirá potenciar otros aspectos del aprendizaje activo, como el trabajo autónomo y el pensamiento crítico.

El método Pólya presenta cuatro fases fundamentales para comprender y resolver un problema:

- **Entender el problema.** El primer paso es entender el problema. Es esencial comprender el enunciado de un problema para su posterior resolución. Para ello, se proponen preguntas como ¿qué incógnitas busco?, ¿de qué datos dispongo?, ¿tengo información suficiente?, ¿hay condiciones concretas?, ¿esas condiciones me conducen a la incógnita?, ¿comprendo el planteamiento del problema?, ¿el problema es similar a alguno ya resuelto?, ¿puedo simplificar el enunciado?
- **Configuración del plan.** Durante esta fase, el estudiante aplica su conocimiento, imaginación y creatividad para diseñar una estrategia que le permita abordar de manera efectiva el problema y realizar las acciones necesarias para su resolución. En esta etapa, el docente puede guiar a los estudiantes a través del proceso, siendo interesante introducir al estudiantado en la aplicación de diferentes estrategias como el ensayo y error, la resolución de problemas similares más simples, desarrollo de diagramas o realización de listas de pequeños pasos a realizar.
- **Ejecución del plan.** En este paso, el estudiante aplicará las estrategias definidas en el plan establecido para resolver el problema. Es importante dejar suficiente tiempo para poder analizar los pasos dados y poder dar marcha atrás si se observa algún error o existen bloqueos durante el proceso de resolución.
- **Mirar hacia atrás.** El último paso es esencial para dar al estudiante la oportunidad de revisar el trabajo realizado y comprobar la correcta resolución del problema. Para la autoevaluación se pueden proponer preguntas básicas como: ¿es correcta la solución propuesta?, ¿la respuesta realmente responde al problema?, ¿se puede extender la solución a un caso general?

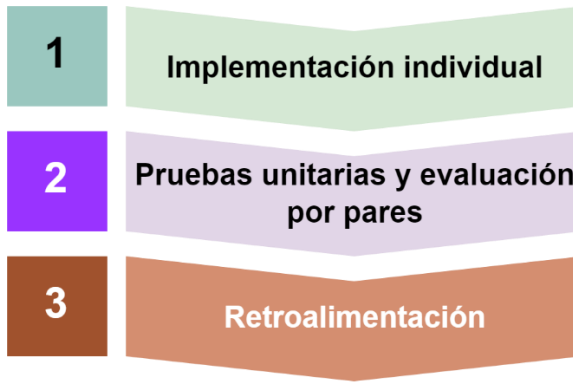
Al realizar de una manera consciente los pasos descritos, los estudiantes adquieren habilidades de planificación e implementación de estrategias para la resolución de problemas. Estas habilidades les proporcionan una mayor capacidad de resolución de problemas y de aprendizaje autónomo. De acuerdo a lo descrito en la Figura 1, estas cuatro fases pueden ser adaptadas al ámbito de la programación informática como sigue:

- **Comprensión del problema.** Tomamos el enunciado y tratamos de comprender el problema que se nos propone. En nuestro caso, es importante detectar el lenguaje de programación que se necesita, las especificaciones de la función a implementar, los datos proporcionados y los datos a generar.
- **Diseño de una solución.** Partiendo de los datos de la fase anterior, diseñamos un algoritmo que nos permita obtener los datos solicitados a partir de los datos propuestos y planteamos su traducción al lenguaje de programación; esto es, analizamos qué estructura deberá tener el programa, los tipos de datos de entrada y salida, las variables que necesitaremos, etc.
- **Implementación de la solución.** Implementamos en el lenguaje solicitado la solución previamente diseñada.
- **Validación y verificación.** Comprobamos que la solución proporcionada responde realmente a la pregunta propuesta y verificamos que funciona correctamente en diferentes casos de prueba que cubran suficientemente el ámbito del problema.

Aunque se busque propiciar la comunicación horizontal, es esencial la realización individual de las fases iniciales de comprensión del problema y diseño de una solución. Si bien, una vez propuesta dicha solución se puede dar pie a otras metodologías más grupales, como el debate, es esencial que el estudiante se enfrente de manera específica a comprender por sí mismo el problema y proponer una solución al tratarse de un estadio muy inicial del aprendizaje. En caso contrario, podría presentar mayores dificultades para desarrollar las habilidades de comprensión lectora y expresión escrita.

### 3.2. FASES DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

**FIGURA 2.** Fases de la metodología propuesta.

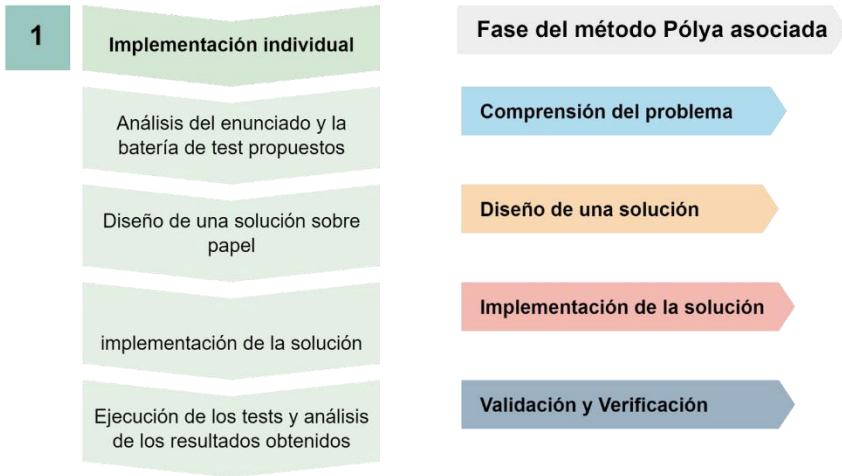


Fuente: elaboración propia.

Para fusionar el método Pólya con la evaluación por pares se propone que la dinámica tenga tres fases principales (Véase Fig. 2). En una primera fase se desarrolla una implementación individual como solución a un problema planteado, siguiendo la estructura clásica de resolución de prácticas en laboratorio. A continuación, se desarrolla una batería de pruebas unitarias y se comparte el ejercicio con dos compañeros para su evaluación. Por último, se recibe la retroalimentación de los compañeros y se realizan las modificaciones acordes sobre la solución inicial.

### 3.2.1. Fase I. Implementación manual

**FIGURA 3.** Relación de la fase I de la metodología con los pasos del método Pólya.

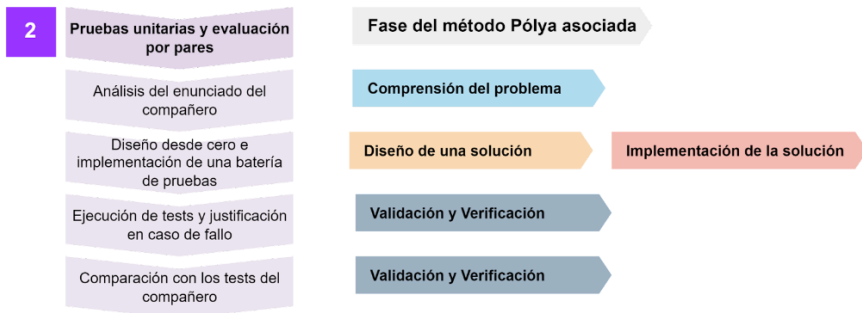


Fuente: elaboración propia

En una primera fase, cada estudiante recibe un enunciado y una batería de test incompleta para el mismo. Deberá implementar el código asociado al enunciado, así como ejecutar la batería de pruebas propuestas y analizar los resultados obtenidos. Deberá completar dicha batería con más casos de prueba. Se trata de un desarrollo completo de resolución de problemas en el que se aplican todos los pasos del método propuesto (Véase Fig. 3). Es importante hacer hincapié en que se deben proporcionar diferentes casos para verificar que el programa actúa como se espera. En esta fase se aplica un ciclo completo de resolución de problemas del método propuesto.

### 3.2.2. Fase II. Pruebas unitarias y evaluación por pares

**FIGURA 4.** Relación de la fase II de la metodología con los pasos del método Pólya.



Fuente: elaboración propia

La segunda parte incluye la evaluación por pares mediante el diseño y ejecución de batería de pruebas unitarias. Partiendo del ejercicio de otro estudiante, se deberá analizar el enunciado y proponer una batería de pruebas para el mismo. A continuación, deberá analizar si la solución propuesta por el compañero supera todos los casos de prueba. En caso de fallo, deberá analizar el motivo y justificarlo con comentarios sobre el código del compañero. Por último, deberá comparar las dos baterías de pruebas para comprobar si están completas.

Se hace especial hincapié la comunicación horizontal, al resultar especialmente útil la comprensión de soluciones de compañeros y su evaluación para incentivar las competencias propuestas.

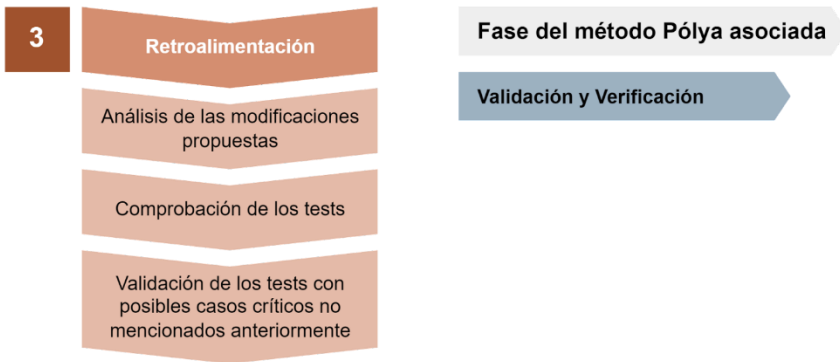
Principalmente, se deberán seguir los pasos siguientes (véase Figura 4):

- Comprender el enunciado del compañero, siguiendo la fase 1 del método Pólya.
- Diseñar una batería de pruebas que contemple algunos casos comunes y aquellos más críticos que puedan llevar el problema a fallo por posibles problemas de algoritmia o accesos a memoria.
- Comprobar que la solución del compañero supera todos los tests y analizarla para comprender por qué funciona (o no) justificando los casos de fallo que hayan surgido en la batería de pruebas.

Así, se sigue un ciclo completo de la resolución de problemas del método Pólya, con dos vueltas sobre el paso de validación y verificación.

### 3.2.1. Fase III. Retroalimentación

**FIGURA 5.** Relación de la fase III de la metodología con los pasos del método Pólya



Fuente: elaboración propia.

Por último, pasamos a la fase de retroalimentación (Figura XX). Partiendo de su código inicial, cada estudiante deberá analizar la retroalimentación recibida. Deberá analizar las modificaciones propuestas y comparar su batería de pruebas con la propuesta por el compañero, así como los posibles comentarios. En caso de que se detecte algún caso crítico que se hayan observado previamente, deberá añadirlo en la batería de pruebas y comprobar que el funcionamiento también es correcto para el mismo. En caso de no superarlos, deberá indicar el motivo. El docente proporcionará casos críticos para esta fase para facilitar su detección.

Esta fase se encuentra relacionada directamente con el paso de Validación y Verificación de resultados del método de resolución de problemas propuesto.

## 4. RESULTADOS ESPERADOS Y CONCLUSIONES

La práctica diseñada resulta de utilidad para estudiantes que están comenzando con un lenguaje de programación, independientemente de su nivel,

ya que se introduce en la ejecución de programas básicos. Su implementación incentivaría el desarrollo de las competencias básicas propuestas inicialmente mediante la aplicación de evaluación por pares, que es una herramienta de aprendizaje activo. Esta técnica, implica la participación activa de los estudiantes en el proceso de evaluación, promoviendo el desarrollo de habilidades cognitivas, comunicativas y colaborativas.

Además, la actividad introduce al alumnado más inexperto en la validación y verificación de las respuestas ofrecidas para problemas futuros. De esta manera, se les provee de herramientas de autoevaluación al tiempo que practican dos ángulos de programación diferentes que les lleva a una mayor eficiencia en la programación.

Se espera que cada fase de la metodología potencie unas competencias transversales distintas, como se observa en la Tabla 1. Aparte de la consecución de las diferentes competencias, también se espera que la aplicación de metodologías de aprendizaje activo consiga mejorar el rendimiento general y preparar a los estudiantes para las situaciones futuras a las que se enfrentarán.

**TABLA 1.** Comparación entre las fases del proyecto y las competencias transversales que se potencian en cada una.

		COMPETENCIAS				
		Análisis y síntesis	Resolución de problemas	Comprensión escrita	Uso de las TIC	Aprendizaje Autónomo
FASES	Implementación	✓	✓	✓	✓	✓
	Pruebas unitarias y evaluación por pares	✓		✓	✓	✓
	Retroalimentación	✓				✓

Existen diferentes vías de trabajo futuro emergentes a partir de esta investigación que resultan de interés y pueden ser objeto de un mayor análisis y profundización.

Una vía plausible consiste en la inclusión herramientas de la metodología de debate en la actividad. Así, los alumnos tienen la oportunidad de exponer soluciones potenciales a los problemas y participar en debates constructivos sobre ellas que fomenten un aprendizaje más profundo.



Otra alternativa a considerar es el uso de tecnologías innovadoras, como los modelos de Inteligencia Artificial generativos, para su integración con las pruebas unitarias.

Ambas propuestas son un modo de ampliar significativamente el alcance de la investigación y establecer una base sólida para futuros estudios y desarrollos en este campo.

Cabe destacar que el trabajo propuesto en este artículo no es disruptivo como otras metodologías de aprendizaje activo o de innovación docente sino más bien un cambio de bajo impacto. Aun así, presenta numerosas ventajas para el alumnado. Se identifican diversas oportunidades de mejora que podrían generar beneficios sustanciales, entre las que se encuentra la aplicación de las vías mencionadas previamente.

## 5. REFERENCIAS

- Anguera de Sojo Hernández, Á., Liz López, H., Torregrosa López, J., & Villar Rodríguez, G. (2022). El aprendizaje servicio en las enseñanzas técnicas: experiencias de éxito. En A. Martín García, M. Souto Rico, & R. Guede Cid, *Nuevos enfoques en innovación educativa y transferencia de conocimiento: aplicación en ingenierías y enseñanza STEM* (págs. 170-190). Madrid: Dykinson.
- Consejo de Universidades. (2009). Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades, por la que se da publicidad al Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de. En M. d. Educación, *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, España. Obtenido de <https://n9.cl/ygutd>
- De la Iglesia Villasol, M. C. (2019). Huellas de los estudiantes en las plataformas virtuales. Aplicación para evaluar una metodología de aprendizaje activo. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 22(3), 173-191. doi:<https://doi.org/10.6018/reifop.371341>
- Ferrari, A., Cachia, R., & Punie, Y. (2009). *Innovation and Creativity in Education and Training in the EU Member States: Fostering Creative Learning and Supporting Innovative Teaching Literature review on Innovation and Creativity in E&T in the EU Member States (ICEAC)*. JRC Technical Notes.

- Fraser, E. D. (2014). A Survey on Unit Testing Practices and Problems. IEEE 25th International Symposium on Software Reliability Engineering, (págs. 201-211). USheffield (United Kingdom). doi:10.1109/ISSRE.2014.11
- Guerrero-Alcedo, J. M., Espina-Romero, L. C., & Nava-Chirinos, Á. A. (2022). Gamification in the university context: bibliometric review in Scopus (2012-2022). *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(5), 309-325. doi:https://doi.org/10.26803/ijlter.21.5.16
- López Cruz, C. S., & Heredia Escorza, Y. (2017). Marco de referencia para la evaluación de proyectos de innovación educativa - Guía de Aplicación. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Obtenido de <https://n9.cl/6m4ydu>
- Martín, A., & Valero Redondo, M. (2022). InVes: mejora en la calidad docente y contenidos docentes mediante investigación continua aplicada. En A. Martín García, M. Souto Rico, & R. Guede Cid, *Nuevos enfoques en innovación educativa y transferencia de conocimiento: aplicación en ingenierías y enseñanza STEM* (págs. 21-34). Madrid: Dykinson.
- Martín, A., Huertas-Tato, J., Torregrosa, J., & Camacho, D. (2022). Modelos de generación automática de código en el aula: implicaciones en la evaluación de tareas de programación. En A. Martín García, M. Souto Rico, & R. Guede Cid, *Nuevos enfoques en innovación educativa y transferencia del conocimiento: aplicación en ingenierías y enseñanza STEM* (págs. 194-209). Dykinson S.L.
- Murillo, A. (2017). ¿Qué es la innovación educativa? Recuperado el 19 de 05 de 2023, de Observatorio de Innovación educativa: <https://n9.cl/ywj4>
- Oltra Mestre, M. J., García Palao, C., Peris, F., Luisa, M., & Borontar Navarro, M. (2012). Aprendizaje activo y desempeño del estudiante: diseño de un curso de dirección de la producción. *WPOM: Working Papers on Operations*, 3(2), 84-102. Obtenido de <https://n9.cl/ul9zr>
- Ruben Dario Mendoza Arenas, H. E. (2023). Empleo del método Pólya como estrategia educativa en estudiantes universitarios para la resolución de problemas. Editorial Mar Caribe.
- Scott, F., Eddy, S. L., McDonough, M., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the national academy of sciences*. 111(23), 8410-8415. doi:https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111
- Universidad Politécnica de Madrid. (2 de Agosto de 2022). Grado en Sistemas De Información: Objetivos y Competencias. Obtenido de <https://www.etsisi.upm.es/estudios/grados/6lsi/ig/objs>

## SOFT SKILLS: THE CASE OF ESP COMMUNICATION IN ENGINEERING

---

CARMEN LUJÁN-GARCÍA

*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria*

SORAYA GARCÍA-SÁNCHEZ

*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria*

### 1. INTRODUCTION

Current higher education engineering students will have to face a series of challenges in their professional lives. Critical aspects such as climate change, sustainability, management of limited natural resources, risk management are among a larger list of issues that will have to be addressed by these professionals. All this implies that engineering students must cope with a complex reality, and it goes without saying that it is essential to provide these students with tools that let them give an effective, sustainable and feasible response to a particular problem taking into account the above-mentioned limitations. According to Caeiro-Rodríguez (2021: 29222), “skills such as digital literacy, independent and autonomous learning, openness to criticism, assertiveness or social interaction and empathy, generally known as soft skills, play a key role.” Other authors (Fernández Sanz et al., 2017: 2061) state that

Soft-skills have proved to be a necessary complement to technical skills in today’s multinational workplaces. As universities are facing the challenge of promoting internationalization and mobility in students and teachers, they have to decide how to help their students in developing these skills as well as increase their awareness on the cultural differences in multinational settings.

However, we wonder whether an implementation of soft skills is being carried out at engineering schools in higher education institutions. Berglund and Heintz (2014) report that many engineering educational plans

fail to give appropriate training in soft skills. In line with this idea, Barni de Campos et al. (2020: 1505) point out that there is a lack of knowledge and organization on studies related to soft skills for professionals in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM), since it is common that these skills are taken for granted. Llamas et al. (2019) support that engineers must be equipped with soft skills in order to apply and practice their knowledge effectively in the workplace. These authors add that companies require creative and innovative engineers that make a difference from other companies. In addition, Johannes Schleutker et al. gest that “the implementation of transversal competences in university curricula is still at an early stage, and the multidisciplinary approaches that these competences imply have not yet been sufficiently evaluated from the point of view of employability (2019: 138).” Gille and Kovési (2021: 245) highlight that:

[...] with the globalisation of higher education, there is intense competition among universities to attract gifted students. In this situation, the understanding of the students’ choice of their engineering school is essential to adopt an optimum student recruitment strategy.

For all these reasons, the inclusion of soft skills in university programs is vital not only to attract gifted and talented students to engineering studies, but also to train engineering students the most successful possible way, adapting this training to the current needs of companies and employers.

As a counterpoint, a study developed by Mohamad et al., (2017) at the Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM) revealed that the students involved show a great mastery of these soft skills. This research involved 302 student participants from the Faculties of Civil Engineering, Mechanical Engineering and Electrical Engineering. The findings suggest a predominance of the following soft skills: creative thinking, teamwork, communication, decision-making, interpersonal and leadership.

This chapter aims to explore soft skills and especially, communication, in the specific context of engineering education. The three key questions are: 1) what are soft skills? 2) what is the communicative competence? and 3) what is ESP and how it contributes to communication in the field of engineering?

## 1.1. WHAT ARE SOFT SKILLS?

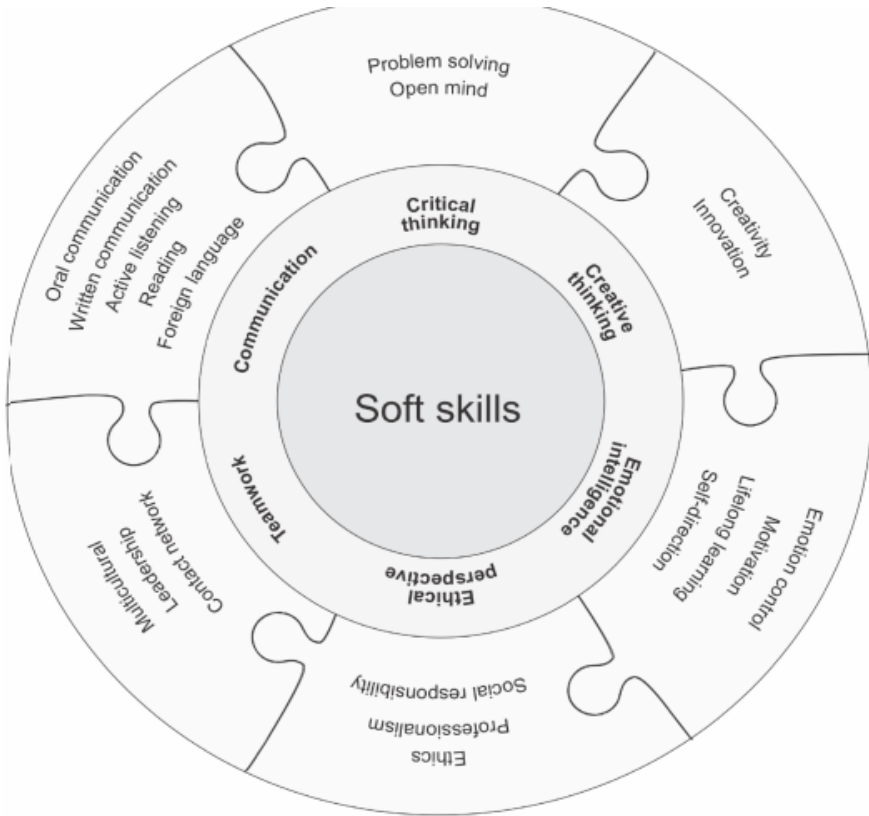
This section starts by defining what soft skills are. So, following the definition by Oxford Dictionary, *soft skills* are defined as those “personal attributes that enable someone to interact effectively and harmoniously with other people.” Currently, there seems to be a growing importance among employers for their employees to master a set of transversal skills or competences, also extensively known as the *soft skills*. These skills encompass various aspects such as leadership, teamwork, problem-solving strategies, critical thinking, creative thinking, emotional intelligence, mind openness and lifelong learning development, among others.

In this paper, the focus will be on one essential skill, the communicative competence. It goes without saying that communication is at the base of everything we do, and the essence of a fruitful and constructive relationship is based on good communication. The context of this analysis will be the engineering domain, more specifically the context of English for Specific Purposes (ESP) applied to the field of engineering. At the Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), most programs of bachelor’s and master’s degrees in engineering include English language subjects for professional purposes or ESP to help future engineers have a greater mastery of the technical English they will have to use in their professional careers. In these subjects, the communicative competence is developed considering the four different functions set by the Common European Framework of Reference for Languages, Companion Volume (CEFR-Companion Volume, 2020), namely reception, production, interaction, and mediation.

Different studies point out the importance and need to foster soft skills among employees to have a successful career development. For example, a study carried out by the Australian Employment Agency, the Monarch Institute (Monarch Institute, 2015) reported that 85% of the skills that are desired and expected for employees are related to soft skills, being the technical skills in a far second position with 15%. This institution encourages the process of including some training in soft skills throughout the whole academic period. There is no doubt about the

necessary connection between the academia and the labor market to improve learners' soft skills. It implies that higher education institutions should adapt to the real needs of the market, and train future engineers that meet all the requirements of the labor market (Figure 1).

**FIGURE 1.** Soft skills in Engineering Education.



Source: Barni de Campos et al. (2020, 1516)

Skills such as critical thinking, creative thinking, emotional intelligence, ethical perspective, teamwork, and communication are crucial for engineers to have a successful career development. Critical thinking involves the ability to solve problems, which implies to have an open mind to find practical and efficient solutions. Creative thinking is closely related to the capacity to create and innovate around engineering. Emotional

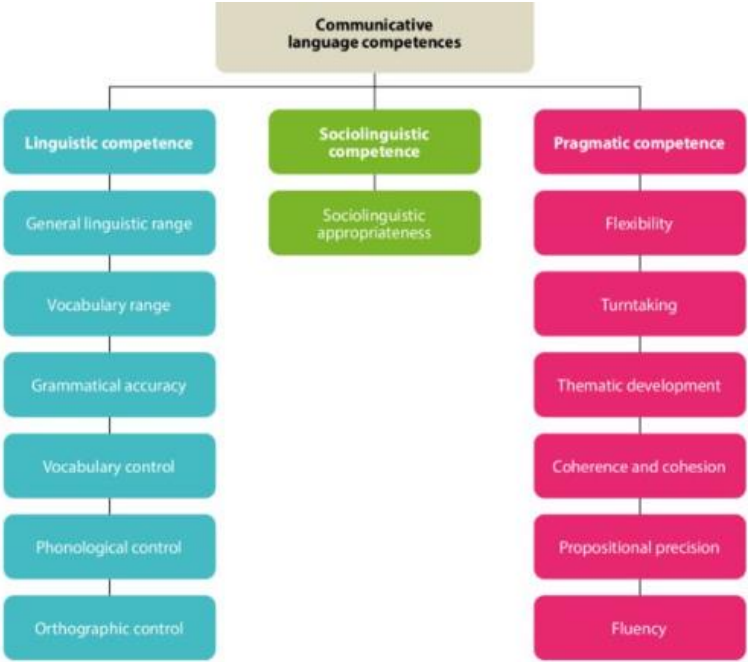
intelligence encompasses various aspects such as the ability to regulate and control emotions, to generate internal and external motivation, the capacity to keep a lifelong learning attitude to get updated, especially in a field like this and the ability to self-direct, to regulate and adapt your behavior to the demands of a situation to achieve goals. The importance of ethics is also unquestionable, to act in an ethical way, being professional and always bearing in mind a social responsibility. The ability to work in a team is essential for any engineer since they regularly work in multidisciplinary groups. Working in teams usually implies exposure to multicultural contexts, since the members of a team may come from various cultures. The capacity of leadership is another desirable skill for any engineer and to develop a network of contacts that will be helpful for current or future projects. Communication is another basic soft skill and the focus of this chapter. The capacity to communicate efficiently implies the development of different skills such as oral communication, written communication, active listening and reading. Obviously, all these communicative skills are also transferred to the mastery of foreign languages.

It goes without saying that when we consider the mastery of a foreign language, English is the first language that comes up to most people's minds. As it is well known, English is the *lingua franca* or main vehicle of communication among speakers of different languages. Even though Spanish and Chinese count more native speakers, English is the most international and widespread language across the globe. English is the predominant language on the Internet, on social media, in the context of academia (academic papers, international journals, among others), and in professional contexts. When we refer to professional contexts, we include those domains in which non-native speakers of English are included. For example, a Japanese enterprise that works with partners from various countries, such as Finland, Germany, Spain, Poland, to list some of them, will use English as the vehicle of communication.

1.2. COMMUNICATIVE LANGUAGE COMPETENCES AND LANGUAGE LEARNING

Considering the focus of this chapter, the communicative competence, it is essential to point out the importance that the CEFR gives to these skills, as can be observed in Figure 2. Three different types of competences are distinguished: the linguistic, the sociolinguistic and the pragmatic one. The linguistic competence focuses on purely linguistic aspects such as vocabulary use, grammar, phonology, and orthography. The sociolinguistic competence is more based on the degree of appropriateness of the communication to the context in which it takes place. Finally, the pragmatic competence addresses other communicative aspects such as flexibility and adaptation to the communicative situation, respect for turn taking, the development of a topic with coherence and cohesion, precision, and fluency.

**FIGURE 2.** *Communicative Language Competences. Source (CEFR-Companion Volume, 2020)*





From our point of view, the development of all these competences is essential to have efficient communicative skills. Additionally, the plurilingual and pluricultural competence is vital in the globalized world in which we live. In this chapter, we highlight the importance of developing all the functions that conform the communicative competence. In the specific context of engineering, the communicative competence needs to be worked and evaluated since engineering students start their studies in higher education.

Successful communication with customers, bosses, partners, and colleagues contribute to successful relationships, and consequently, leading to effective outcomes: well-executed engineering projects, satisfied customers, project completion within deadline, to name a few. Other remarkable advantages of the development of a good communicative competence are the capacity to plan, solve problems, negotiate, collaborate with other colleagues, be empathetic, be optimistic, all of which are qualities desirable for any engineer.

Different studies (Lingard et al., 2004; Cornish et al., 2015; Mustajoki et al., 2021) point to the lack of efficient communication as the main cause of mistakes and failed projects. Along with this, the domain of a foreign language such as English is also crucial to face any international context in today's globalized world.

The first function we will focus on is production, as Figure 3 shows. This function may be materialized in two different ways, oral production, and written production. The oral production function will be called in this chapter *speaking effectively*, which involves important aspects such as the register that should be used and adapted to the context of the communicative situation, the audience that will be addressed – personal, professional – and the time available for this communication. In the professional context of engineering, engineers hold regular meetings with CEOs, project managers, among others and they often have limited time to talk about the updates of their projects – difficulties found, budgeting issues, deadlines, etc. Another good example is the presentation of a project to a prospective investor. Presenting an idea in an effective way may give better results than presenting a bright idea in an ineffective

way. Therefore, in an oral communicative situation where one is the speaker, it is advisable to bear in mind questions such as:

- What do I want to express?
- How do I express it?
- What is the purpose of this communicative situation? What is it for?
- How long do I have to effectively present my idea?

The second skill within the function of production is written production, which will be called in this chapter *accurate writing*. To write thoroughly different questions should also be considered:

- What do I want to communicate?
- What is the purpose of my piece of writing?
- Which kind of audience or reader am I addressing to?
- How am I going to organize my ideas?
- Should I include all the ideas that come up or should I select ideas before writing?

In the context of engineering, professionals need to write reports, technical documents, and this information needs to be presented in a logical and coherent way. In this kind of documents, it is frequent the use of technical language, and regarding this, we would like to provide some suggestions. Technical language should merely be used when it is necessary, but not to sound more professional. In any case, the audience should always be borne in mind. With that aim, all those terms that are not frequently used and that have a technical meaning should be clarified by means of a glossary, a footnote / endnote, or any other resource that allows every reader to understand what is being expressed. Another remark is related to the use of acronyms, very common in this type of technical language. The first time that an acronym is employed should be followed by the full form it stands for. For example, an acronym such as GPS should be followed by Global Positioning System. The

following references to this acronym do not need to include the full form, since it has already been specified.

As previously reported, some studies assert that the main mistakes made in activities within the field of engineering are directly related to a lack or inefficient communication. Some strategies that could contribute to diminish this unsuccessful communication are:

- Development of arguments to support and defend ideas.
- Understanding of concepts and objectives of the project by collaborators, customers and people who are responsible for the organization.
- Appropriate and efficient writing of documents.
- Information sources are usually in foreign languages, especially English.

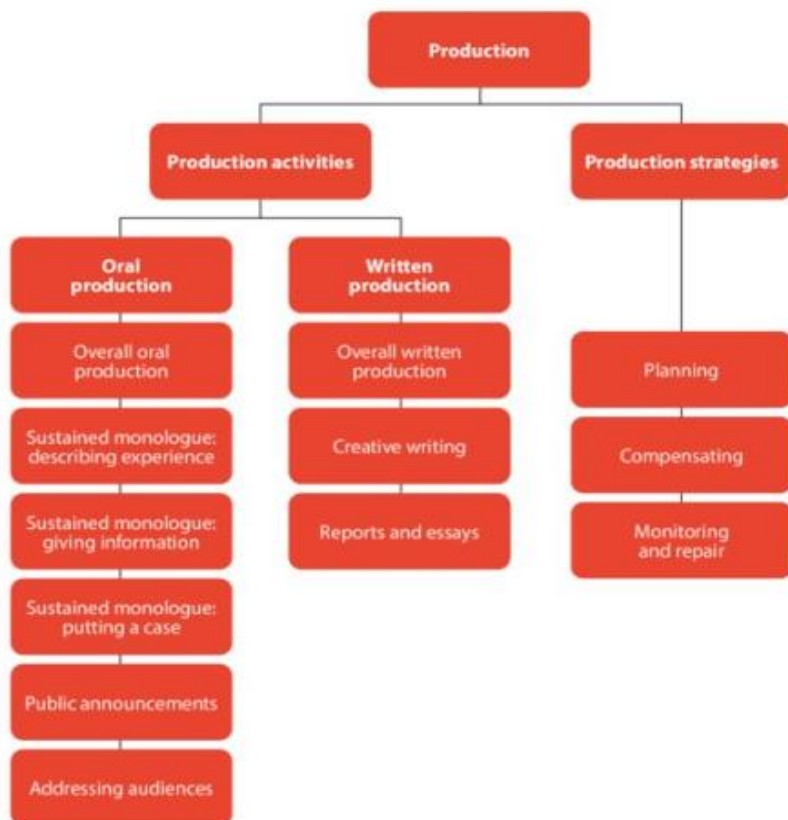
If we consider the pros and cons of the oral production versus the written production, we could highlight some aspects. We will start by pointing out the positive aspects of the oral communicative production: Oral communication is quicker, more direct, and spontaneous than written communication. This implies that the speaker may obtain immediate feedback from the addressees. Oral communication also allows to transmit greater amount of information in less time than written communication. Oral communication allows a more personal contact and the possibility of clarifying doubts and questions in the same act of communication. However, oral communication also presents some drawbacks such as the high risk of misinterpretation. In addition, the message is not registered, and it can be easily modified, unless it is recorded with some device. The transmitted message is also easier to be forgotten, and in the case of complex messages, oral communication is not probably the best medium of communication.

Regarding written communication, it offers some positive characteristics such as the fact that it is permanent and with a tangible registration of the message transmitted. Consequently, the content of the message is generally more accurate, logical, and clear. When a message is going to

be registered, the writer makes the effort to write it in a thorough way. By contrast, written communication also presents some cons such as the fact that writing a text takes more time than simply speaking about it. Written communication normally does not obtain immediate feedback, and since there is no direct contact between the writer and the reader, this type of communication does not guarantee correct reception and / or interpretation of the message.

Consequently, the use of one or another type of language production – either oral or written – is going to depend to a great extent on the context, on the message that is going to be transmitted, and the type of audience. Figure 3 presents a chart with different production activities and strategies as set by CEFR, in its Companion Volume version of 2020.

**FIGURE 3.** Production activities and strategies. Source (CEFR-Companion Volume, 2020)

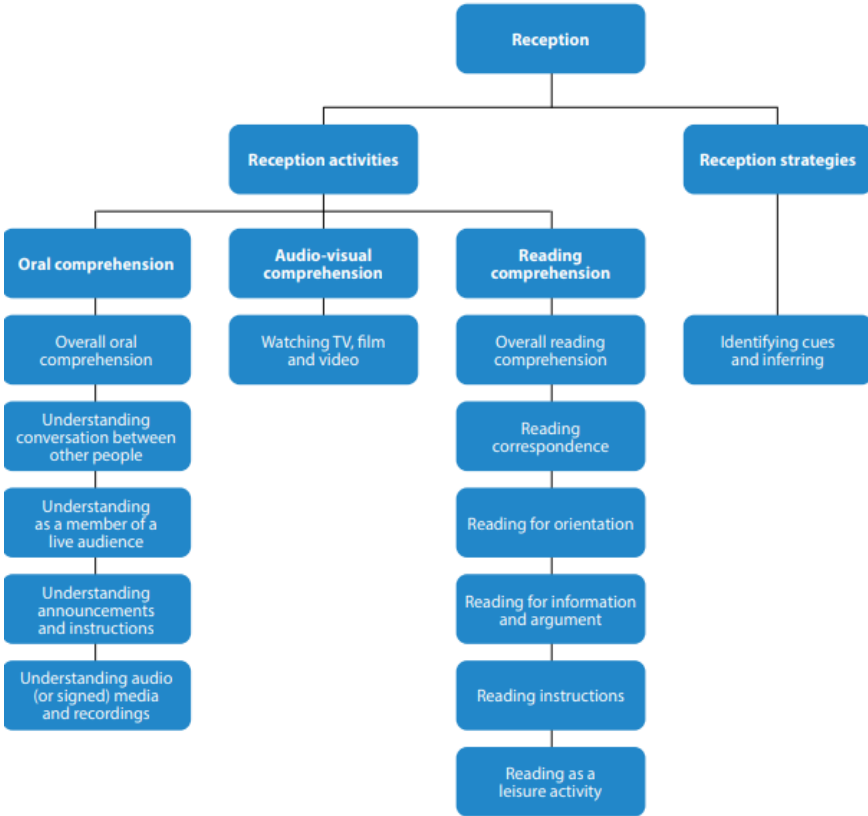


Another important function of the communicative competence is reception. According to CEFR-Companion Volume (2020: 47),

reception involves receiving and processing input: activating what are thought to be appropriate schemata in order to build up a representation of the meaning being expressed and a hypothesis as to the communicative intention behind it. Incoming co-textual and contextual cues are checked to see if they “fit” the activated schema – or suggest that an alternative hypothesis is necessary.

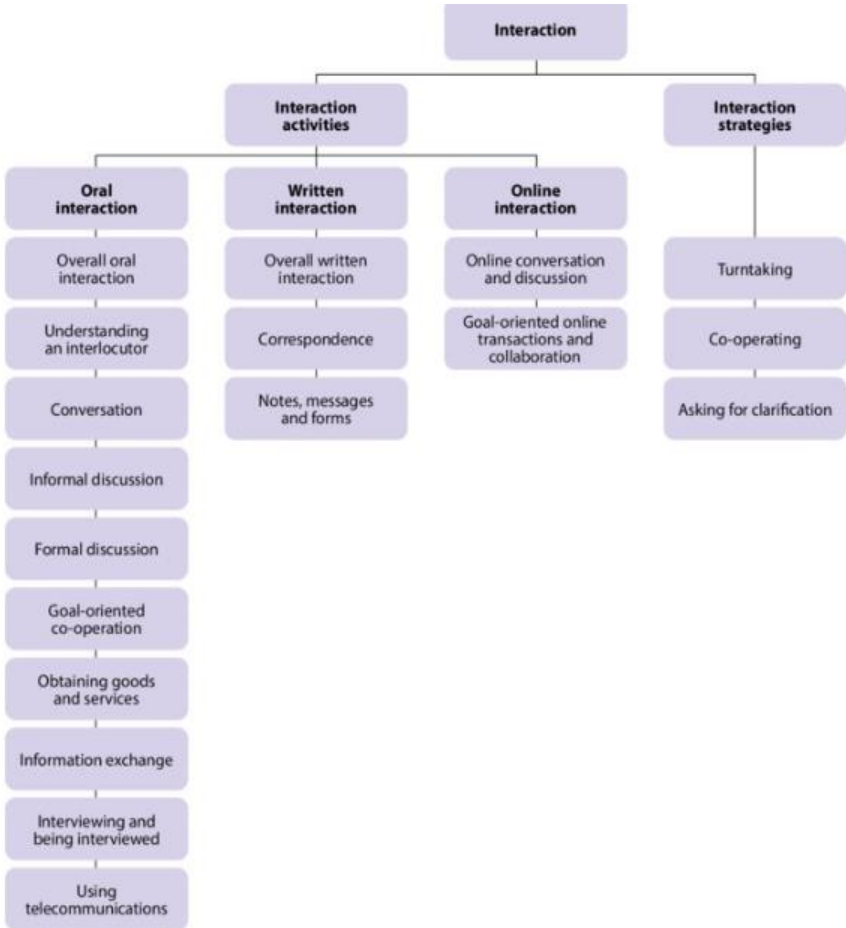
The function of reception may adopt different forms, as shown in Figure 4: oral comprehension, audio-visual comprehension and reading comprehension. In the diagram of the soft skills (see Figure 1), by oral comprehension we refer to an *active and sympathetic listening*. In a face-to-face communicative context, it implies careful listening of the message, rather than merely hearing what my interlocutor is saying to have a correct interpretation of the message and clarify possible ambiguities. Various strategies may contribute to guarantee a correct understanding of the message such as asking for clarification in case of doubts or questions; showing interest on the part of the listener; avoiding interruptions to be able to listen the whole message; paying attention to body language by means of nodding, observing facial expression enquiring the message and smiling to confirm the message; offering feedback with comments and questions are some instances. The audio-visual comprehension is a function which has been recently added in the CEFR-Companion Volume (2020), and it alludes to the gradual increase in the use of digital and social media. The third function, reading comprehension is labelled in Figure 1 as reading, but we will add the adjective effective to form *effective reading*. In the specific context of engineering, professionals regularly must work with norms and regulations that deal with safety, quality and environment, and this kind of work implies a correct interpretation of these rules. Some strategies that help to fulfill this function are *skimming* or a quick reading to get the general idea of a text, also called reading for gist. Another one is *scanning* or a more detailed reading of exploration to scan and identify a particular piece of information in a text. Other suggested strategies are the capacity of observation, attention, focus, analysis, and critical thinking. In our view, all these techniques generate reflection and dialogue.

**FIGURE 4.** Reception activities and strategies. Source (CEFR-Companion Volume, 2020, 47)



The function of interaction focuses on three different types of interactions: oral, written and online. This last one was added in the last version of CEFR-Companion Volume (2020). Despite the existence of these three kinds, interaction is the most frequent function used by means of understanding, conversations, discussions, interviewing, debating, among others. It could be stated that this function is essentially oral. Some strategies that may help to interact are turn taking, co-operating, and asking for clarification, as Figure 5 shows.

**FIGURE 5.** Interaction activities and strategies. Source (CEFR-Companion Volume, 2020)



Mediation is the last function presented in this chapter and according to CEFR- Companion Volume (2020: 36):

It emphasises the two key notions of co-construction of meaning in interaction and constant movement between the individual and social level in language learning, mainly through its vision of the user/learner as a social agent. In addition, an emphasis on the mediator as an intermediary between interlocutors underlines the social vision of the CEFR.

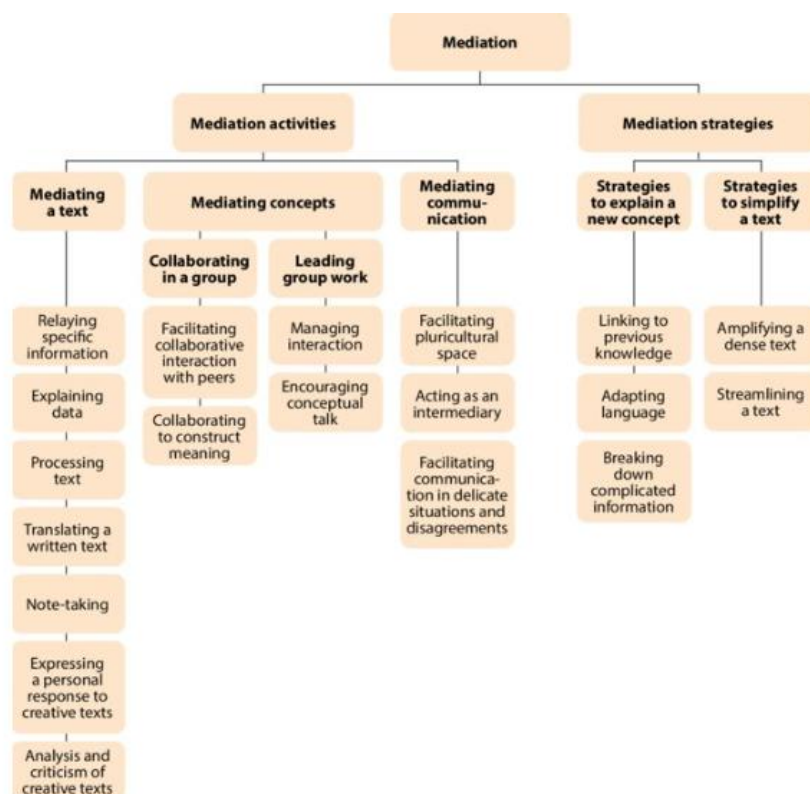
As regards the context of the English language classroom, the Companion Volume (2020: 6) asserts that:

The mediation descriptors are particularly relevant for the classroom in connection with small group, collaborative tasks. The tasks can be

organised in such a way that learners have to share different inputs, explaining their information and working together in order to achieve a goal.

Thus, several types of mediation take place in communication. The mediation of a text by means of explaining data, processing a text, translating a text, note-taking, expressing personal opinions to creative texts, analyzing, and criticizing a text. The mediation of concepts by means of collaborating in a group or leading a group. In both cases, the mediation would vary, as Figure 6 displays. Eventually, the mediation of communication facilitating plurilingual spaces, acting as an intermediary, and facilitating communication in delicate situations and disagreements (see Figure 6).

**FIGURE 6.** Mediation activities and strategies. Source (CEFR - Companion Volume, 2020)





To sum up, the four different functions described by CEFR-Companion Volume (2020) offer a wide perspective of all the various possibilities through which communication may take place. In a classroom of English, it is highly recommended developing all these functions by means of the described activities suggested in the previous figures.

### 1.3. WHAT IS ENGLISH FOR SPECIFIC PURPOSES (ESP)

English for Specific Purposes (ESP) emerged in the early 1960's and it has become one of the most prominent areas of EFL teaching today. We will start by defining what ESP is by referring to Hutchinson and Waters (1987: 11): "ESP is based on designing courses to meet the learners' needs." Dudley-Evans and St John (1998), as some of the main precursors of this field provides the following definitions for ESP, distinguishing between absolute and variable characteristics as shown below:

#### Absolute characteristics

1. ESP is defined to meet specific needs of the learners.
2. ESP makes use of underlying methodology and activities of the discipline it serves.
3. ESP is centered on the language appropriate to these activities in terms of grammar, lexis, register, study skills, discourse, and genre.

#### Variable characteristics

1. ESP may be related to or designed for specific disciplines.
2. ESP may use, in specific teaching situations, a different methodology from that of General English.
3. ESP is likely to be designed for adult learners, either at a tertiary level institution or in a professional work situation. It could, however, be for learners at secondary school level.
4. ESP is generally designed for intermediate or advanced students.
5. Most ESP courses assume some basic knowledge of the language systems.

In our view, ESP is an approach to the education of English oriented for specific purposes, and it encompasses various areas such as the scientific, the technological, the economic and the academic (Luján-García and García-Sánchez, 2015). ESP is based on specific courses to respond to the needs of students who, beyond the learning of a common language, require a practice regarding certain professional areas, namely engineering, economy, medicine, among others.

It is far from question that the language that we use, and we write changes considerably from one context to another. Hutchinson and Waters (1988: 15) explain the origin of ESP in the following terms:

In English language teaching, this gave rise to the view that there are important differences between, say, the English of commerce and that of engineering. These ideas married up naturally with the development of English courses for specific groups of learners. The idea was simple: if language varies from one situation of use to another, it should be possible to determine the features of specific situations and then make these features the basis of the learners' course.

## 2. OBJECTIVES

This work intends to:

- Report on the necessity to develop *soft skills* in current higher education studies.
- Point out the importance of the soft skill: *communicative competence*.
- Highlight the need of *ESP* subjects in professional contexts such as the one under analysis: Engineering.

## 3. METHODOLOGY

The method that we, as teachers of ESP, have used is based on the implementation of activities that encourage the development of communicative skills. We teach ESP subjects at the School of Telecommunications Engineering (EITE), and the School of Industrial and Civil Engineering at the Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (Spain). At

the School of Telecommunications, the subjects involved are *Inglés* (English), and *Competencias Comunicativas en Inglés* (Communicative Competences in English). These two subjects are compulsory and are studied in the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> years of the degree in Telecommunications. The third subject involved is *Inglés Comunicativo para Ingenieros de Telecomunicaciones* (Communicative English for engineers of Telecommunications), a mandatory subject in the professional master's degree in telecommunications engineering. The last subject involved is *Inglés aplicado a la Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Productos* (English for Industrial Design and Product Development Engineering), which is mandatory in the 3<sup>rd</sup> year of this degree.

When it comes to the types of activities that are carried out, some studies have addressed public speaking skills while delivering a presentation in the time limits of a Pecha-Kucha speech, for example (García-Sánchez, 2019, 2022). Another type of activity is the oral presentation of a topic related to the field of Telecommunications, Industrial Design and Product Development. We use role-playing for professional and current real situations that students will have to face in their professional lives (García-Sánchez, 2016). Also, the case of Job interviews adapted to real job vacancies of their professional field are often encouraged in these ESP programs so that students prepare not only a CV and a cover letter adapted to the job vacancy offered but they must perform the interviewee's role with answers responding to the interview. Another collaborative learning task that improves communicative skills, persuasive language and argumentation in English is debates. Debating current topics of their interest oriented to their professional field and its impact on society is another favorite task that these ESP learners like preparing. Even though it is challenging to elaborate and refute arguments, students work individually and collaboratively to succeed in their communicative approach while they are engaged in the debate (García-Sánchez, 2020, 2022).

## 4. RESULTS

This study does not aim at providing quantitative results, but qualitative ones. The regular implementation of activities that intend to promote and enhance students' abilities to develop a successful communicative competence contribute to their self-confidence and management of situations. Most of our learners have reported that they feel very stressed whenever they must present and communicate some information to their classmates in a public and formal situation. In addition, most of our students also express their fear to face a situation like presenting their final thesis, reports, or projects due its formality and the presence of evaluators. The development of soft skills throughout students' academic lives is going to let them face hectic situations of oral communication with self-confidence.

In the case of engineers, the mastery of the English language is vital. Engineers must get documented with new techniques, materials, procedures on a daily basis, and most of this information is in English. Those engineers who want to extend their job opportunities to work in foreign contexts or for international companies must master English. Engineers tend to work in multidisciplinary teams, which may be composed of professionals from different countries. This is one more example in which speaking English is crucial.

ESP is, as explained in the previous lines, a specialized type of English oriented towards different specific fields, being engineering one of them. ESP subjects help engineering students and professionals acquire specific vocabulary, review those grammatical constructions frequently used in the fields of engineering (for example, passive voice), and get trained for certain professional situations that any engineer must face at some point of their careers. Some examples are the presentation of a prototype or a project to a prospective investor; the discussion and agreement about prices with providers; a job interview; fixing serious problems or difficulties; updating a CEO about the execution process of a project; and discussing and meeting deadlines in a project, among others. Students must carry out roleplays and oral presentations where they get trained in hypothetical professional situations like these ones.

## 6. CONCLUSIONS

As presented in the literature reviewed, there seems to be a gap between what is being taught in higher education institutions and the real needs of the labor market. This gap needs to be bridged and we should find ways to adapt these two interdependent realities.

This chapter has intended to demonstrate the importance and necessity to train future engineers not only with technical knowledge or *hard skills*, which are obviously essential, but also equip these engineers with other multidisciplinary competences, also called *soft skills*, which will undoubtedly open them many doors and provide them with many opportunities. Skills such as the capacity of leadership, critical thinking, creative thinking, emotional intelligence, teamwork, ethics, and communication, will make these students have a more successful professional life, along with a more successful personal life.

Communication is at the base of everything we do. Therefore, having an effective communication with the others, for example, bosses, CEOs, employees, friends, relatives, etc. will have a positive effect in these professionals' lives. Their contacts' networks will extend, their job opportunities will increase, and their levels of satisfaction, in professional and personal terms, will probably improve.

We encourage the inclusion of activities that promote the development of soft skills in every single subject offered in the fields and areas of engineering. Even in the most technical subjects, there will always be space to work any of these soft skills. The development of these skills allows higher education institutions not only to attract talented students, but also universities may offer a more extensive training adapted to the complex current reality students have to face now and in the future.

## 7. ACKNOWLEDGMENTS

This chapter is part of the Project entitled “Competencias Transversales desde la EIIC para su Ecosistema Social,” with identification “2020EDU20, led by Dr. Pedro Hernández Castellano, with a period of implementation from 2021 until 2023. This project has been funded by

Fundación CajaCanarias and Fundación Bancaria La Caixa and executed in Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (Spain).

## 8. REFERENCES

- Barni de Campos, D., de Resende, L. and Fagundes, A. (2020) The Importance of Soft Skills for the Engineering. *Creative Education*, 11, 1504-1520. doi: [10.4236/ce.2020.118109](https://doi.org/10.4236/ce.2020.118109).
- Berglund, A. & Heintz, F. (2014). "Integrating Soft Skills into Engineering Education for Increased Student Throughput and more Professional Engineers." *LTHs 8:e Pedagogiska Inspirationskonferens*, 17 of December 2014.
- Caeiro-Rodríguez, M. Manso-Vásquez, M. Mikic Fonte, F, Llamas-Nistal, M., Fernández-Iglesias, M. Heidmann, O., Vaz de Carvalho, C., Jesmin T., Terasmaa, J., Sorensen, L.T. (2021). "Teaching Soft Skills in Engineering Education: An European Perspective." *IEEE Access* 9: 29222-20242.
- Cornish, K., Goodman-Deane, J., Ruggeri, K., & Clarkson, P. J. (2015). Visual accessibility in graphic design: A client-designer communication failure. *Design Studies*, 40, 176-195.
- Dudley-Evans, T. & St. John, M.-J. (1998). *Developments in English for Specific Purposes: A multi-disciplinary approach*. Cambridge University Press.
- Fernández Sanz, L, Villalba de Benito, M.T., Medina Merodio, J.A., Misra, S. (2017). "A study on the key soft skills for successful participation of students in multinational engineering education." *The international journal of engineering of education* 33, (extra 6), part B: 2061-2070.
- García-Sánchez, S. (2016). Encouraging EFL interaction with video role-plays. *Ensayos-Revista De La Facultad De Educación De Albacete*, 31(1), 149-164.
- García-Sánchez, S. (2019). English public speaking: Presentations for English for specific purposes. *The International Journal of Literacies*, 26(2), 35.
- García-Sánchez, S. (2020). Debates in English Language Education: A Multimodal, Collaborative Ecosystem. *International Journal of Computer-Assisted Language Learning and Teaching (IJCALLT)*, 10(4), 33-50.
- García-Sánchez, S. (2022). Pecha Kucha Presentations: Digital Adaptation and Online Communication in ESP Higher Education. In C. Giannikas (Ed.) *Transferring Language Learning and Teaching from Face-to-Face to Online Settings* (pp. 26-46). IGI Global.
- García-Sánchez, S., & Gimeno-Sanz, A. (2022). Telecollaborative debates in ESP: Learner perceptions and pedagogical implications. *Journal of Teaching English for Specific and Academic Purposes*, 10(1), 139-157.

- Gille, M., Moulignier, R. & Kövesi, K. (2021). "Understanding the factors influencing students' choice of Engineering school." *European Journal of Engineering Education*.
- Hutchinson, T. & Waters, A. (1987). *English For Specific Purposes. A learner's centered approach*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johannes Schleutker, K., Caggiano, V., Coluzzi, C., Poza Luján, J.L. (2019). "Soft Skills and European Labour Market: Interviews with Finnish and Italian Managers." *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies (ECPS Journal)*, 19: 123-144
- Lingard, L., Espin, S., Whyte, S., Regehr, G., Baker, G. R., Reznick, R., ... & Grober, E. (2004). Communication failures in the operating room: an observational classification of recurrent types and effects. *BMJ Quality & Safety*, 13(5), 330-334.
- Luján-García, C., & García-Sánchez, S. (2015). M-Learning and U-Learning Environments to Enhance EFL Communicative Competence. In Y.-A. Zang (Ed.), *Handbook of Mobile Teaching and Learning*, (pp. 917-934). Springer.
- Llamas, B., Gracia, M. D. S., Mazadiego, L. F., Pous, J., & Alonso, J. (2019). Assessing Transversal Competences as Decisive for Project Management. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 125-137.  
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.11.009>
- Mohamad, M.M. et al. (2017). IOP Conference Series: Materials Science Engineering 226012191. doi:10.1088/1757-899X/226/1/012191.
- Monarch Institute. (2015). Available at: <https://www.monarch.edu.au/>. (Last accessed 11<sup>th</sup> April 2023).
- Mustajoki, A., Cherkunova, N., & Sherstinova, T. (2021). Communication failures in everyday conversations: A case study based on the " Retrospective Commenting Method". *Computational Linguistics and Intellectual Technologies*

# ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS AVANZADAS EN EXCEL A TRAVÉS DE LA SIMULACIÓN DE MOTORES

---

BLANCA GIMÉNEZ OLAVARRÍA  
*Universidad de Valladolid*

PEDRO GABANA MOLINA  
*Universidad de Valladolid*

## 1. INTRODUCCIÓN

El Consejo de Coordinación Universitaria del Ministerio de educación y Ciencia (2006), en su publicación “Propuestas para la renovación de las metodologías educativas en la universidad” recalca que el fin de la renovación es la mejora de la calidad del aprendizaje. Dentro de los 10 principales objetivos de un proceso de renovación pedagógica, están: por un lado, la necesidad de aproximar más los estudios universitarios al ejercicio profesional, potenciando la dimensión práctica de la enseñanza; por otro lado, dar mayor protagonismo al estudiante en su formación, organizar la enseñanza en función de las competencias que se deban adquirir, potenciar la adquisición de herramientas de aprendizaje autónomo y permanente.

Tradicionalmente, se han clasificado los estilos de enseñanza (Aguilera, 2012) (García et ál, 2013). Pero desde hace años se han aplicado metodologías de enseñanza por competencias para la construcción del marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) (Cano, 2008) (Cejás et ál., 2019).

Las competencias que se han de adquirir en la enseñanza en materias de Ingeniería, requieren el entendimiento de los diferentes procesos que ocurren en una determinada materia, y la aplicación del conocimiento adquirido en la resolución de problemas técnicos con la adecuada aplicación de las fórmulas obtenidas con las leyes generales del



comportamiento físico. Esta resolución de problemas a veces es complicada o tediosa, y los alumnos pueden perder la noción física de lo que se está resolviendo.

Una forma de resolver los problemas complicados, o largos, es la utilización de programas informáticos. Los alumnos de los distintos grados de Ingeniería, no están habituados a implementar en programas informáticos las fórmulas que utilizan para hacer los problemas. Por tanto, no aprovechan, porque no conocen, el potencial que se tiene de realizar estudios paramétricos con estos programas informáticos.

Implementando las fórmulas que se enseñan en clase en un programa informático es posible realizar muchos problemas en poco tiempo y, analizando los resultados, ver las tendencias que tienen los fenómenos que intentan simular las fórmulas.

Por otro lado, las empresas utilizan el programa informático Microsoft Office Excel para el tratamiento de muchos datos, y requieren profesionales formados en este programa (Holmgren, 2007) (Berk et ál., 2000) (Meehan et ál., 2000). Es una demanda real de las empresas que han hecho llegar a la Universidad (Davis, 1997).

Los alumnos del último curso del grado en ingeniería únicamente tienen un conocimiento básico de la herramienta Microsoft Office Excel, porque no lo han aprendido durante la carrera. Por tanto, se cree que es necesario que los alumnos aprendan esta herramienta con profundidad antes de incorporarse al mundo laboral. Se pueden encontrar ejemplos de la utilización de Excel para abordar problemas de Ingeniería en general en la bibliografía (Katz, 2015) (Niazkar et ál., 2015) (Evans, 2000) (Singh et ál., 2009).

En concreto, existen trabajos de la utilización de Excel para temas relacionados con la enseñanza de asignaturas de Ingeniería Energética muy interesantes, como pueden ser la transferencia de calor (Musimbi et ál, 2018), (Woodbury et ál, 2008) (Flynn et ál., 2006), cálculo de propiedades termodinámicas (Coretto et ál., 2005) (Huguet et ál., 2008), la optimización del almacenamiento de energía térmica en sistemas de cogeneración (Di Bella et ál., 2004) o los motores de combustión interna alternativos (McMasters, 2011) entre otros.

El trabajo que se presenta, se ha llevado a cabo en la asignatura optativa “Motores de combustión interna alternativos” de 4º curso del Grado en Ingeniería Mecánica de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid. Esta asignatura tiene mucha demanda entre los alumnos de este grado, puesto que, por norma general, los alumnos de Ingeniería mecánica muestran gran interés por los motores.

Si los alumnos aprenden a manejar la herramienta Excel, podrán aprender las tendencias de los motores al variar distintos parámetros de funcionamiento de una forma autónoma. Esas tendencias son las que, habitualmente, los profesores cuentan en clase de teoría mostrando gráficas que previamente han construido.

Por otro lado, ¿qué es lo que ocurre en clase habitualmente?

En la asignatura “Motores de Combustión Interna Alternativos”, uno de los temas es los ciclos termodinámicos de los distintos tipos de motores. Los alumnos aprenden en clase a calcular las condiciones de los diferentes puntos característicos del ciclo termodinámico de un motor. Para ello tienen que aplicar una gran cantidad de fórmulas para resolver las evoluciones politrópicas de los sistemas termodinámicos.

Esto provoca que los alumnos las apliquen casi de manera automática, sin pensar en el significado físico de lo que ocurre realmente en cada proceso. Como los alumnos no comprenden el proceso, es fácil que se equivoquen a la hora de aplicar las fórmulas.

Además, la resolución manual de un problema de este tipo conlleva un tiempo del orden de 20 minutos por ejercicio. Por tanto, para hacer un estudio paramétrico, se requeriría un tiempo del orden de 3 horas, lo cual lo hace inasumible para los alumnos.

Por otro lado, en esta asignatura no se busca que los alumnos adquieran destreza en la resolución matemática, sino que se busca potenciar otras competencias menos comunes en el grado de ingeniería mecánica, como son el análisis crítico, destrezas informáticas y el trabajo autónomo, como se propone en la Propuesta para la renovación de las metodologías universitarias (2006).

Finalmente, con este trabajo, se busca mejorar la comprensión de los contenidos de la asignatura, pretendiendo que los alumnos no se “crean” las fórmulas, sino que interioricen los procesos físicos que tienen lugar.

Con el método propuesto en este trabajo, los alumnos construyen las gráficas que los profesores muestran en clase y así, interiorizan los resultados, a la vez que aprenden a utilizar la herramienta digital Microsoft Office Excel.

La novedad de este trabajo radica en el uso de la herramienta Microsoft Office Excel para realizar ejercicios prácticos de simulación de los ciclos termodinámicos de motores y la agrupación de todos los resultados de todos los alumnos para el análisis de tendencias.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es que los alumnos adquieran un dominio avanzado de la herramienta Microsoft Office Excel. Para ello, se prepara una tarea que el alumno debe realizar y entregar. El alumno debe implementar las fórmulas en Excel de una forma ordenada, de manera que todo el problema, que habitualmente se tarda un tiempo en resolver, se resuelva instantáneamente cuando se cambian los valores de partida.

Con esto no varía el aprendizaje del alumno con respecto a la metodología convencional, pero ahora existe la posibilidad de realizar estudios paramétricos modificando las condiciones de entrada y analizando los resultados, lo cual mejora la comprensión de los contenidos.

Finalmente, para afianzar esos conocimientos, los alumnos grafican los resultados frente a las variables de entrada. De esta manera tienen una percepción justificada por ellos mismos, y de una manera autónoma, de las tendencias del motor al variar las condiciones de funcionamiento. Así, los conocimientos auto-adquiridos se entienden mucho mejor y además perduran en el tiempo.

Por tanto, una consecuencia de la aplicación de Microsoft Office Excel para tratar los contenidos de la asignatura es que se consigue un mejor aprendizaje de las tendencias de los motores.

Al final los alumnos aprenden la herramienta Excel de forma que son capaces de manejar grandes cantidades de datos, elaborar gráficos e imágenes, e introducir y manejar fórmulas en el programa informático. Y, por otro lado, adquieren una disciplina en la elaboración de tareas con Excel, que les valdrá para aplicarlo en otras asignaturas y, lo que es más importante, en su vida profesional.

El objetivo general de este trabajo se divide en varios objetivos específicos:

- Objetivo 1: Planear el problema de la resolución del ciclo termodinámico de forma que sea abordable para calcularlo utilizando la herramienta Microsoft Office Excel. Este planteamiento se plasma en un guion que contiene las instrucciones necesarias para que los alumnos sean capaces de resolver toda la tarea, incluyendo el planteamiento del problema y los desarrollos teóricos necesarios para resolverlos.
- Objetivo 2: Desarrollo de la metodología para construir la hoja Excel de manera que cuando se les explique a los alumnos cómo hacerla, la información que se les dé sea precisa y les permita llegar lejos con Excel en poco tiempo. Para ello se profundiza en las posibilidades que ofrece Excel, que muchos de ellos desconocen, para que sean capaces de realizar los estudios paramétricos.
- Objetivo 3: Definición de los estudios paramétricos a realizar por los alumnos. Estos tienen que cumplir:
  - Que describan tendencias de los motores que sirvan para que los alumnos entiendan el comportamiento de los mismos.
  - Permitir realizar un trabajo distribuible entre todos los alumnos y que los resultados puedan ser unificados en una o varias gráficas de tendencias para su análisis conjunto posterior.

- Objetivo 4: Realizar una hoja Excel con macros que permita recoger, unificar y graficar los resultados de todos los alumnos. Otra alternativa sería utilizar la herramienta TEAMS para que todos los alumnos tengan acceso a una única Excel donde todos los alumnos puedan colgar sus resultados. Los resultados conjuntos deben mostrarse de forma adecuada para que los alumnos comprendan un mayor número de tendencias y no solo las que han obtenido ellos, sino las obtenidas al comparar con sus compañeros.
- Objetivo 5: Grabar un video explicando el ejercicio que deben realizar los alumnos, y cómo se construye la hoja Excel. El vídeo tiene que ser lo suficientemente explicativo como para que los alumnos sean capaces de elaborar la hoja Excel con su visualización. El vídeo también sirve para que, si algún alumno no puede asistir a clase, que pueda presentar la tarea.
- Objetivo 6: realizar una encuesta de satisfacción a los alumnos.

### 3. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para conseguir cumplir con los objetivos se divide en 3 etapas: el trabajo previo del profesor, el trabajo del alumno y la comparación de resultados en Microsoft Office Excel.

- Trabajo previo del profesor: En primer lugar, el profesor elabora un guion detallado de la práctica. También piensa un procedimiento para la resolución del problema en Excel. Además, diseña un estudio paramétrico que posteriormente realizarán los alumnos, teniendo en cuenta cómo será el análisis conjunto de todos los resultados. Además, el profesor graba un vídeo explicativo sobre la construcción y el funcionamiento de la hoja Excel.
- Trabajo del alumno. El alumno en su casa desarrollará la tarea de acuerdo con las instrucciones que se explican en el guion. En esta fase se fomenta la cooperación entre los alumnos ya

que se busca que estos comparen entre ellos los resultados que obtienen, aunque la práctica sea diferente para cada alumno.

- Comparación de resultados. El profesor elabora una macro en Excel para importar y comparar los resultados de todos los alumnos en una sola gráfica. Los resultados se muestran en clase de manera que los alumnos pueden visualizar las tendencias juntamente con las de sus compañeros.

A continuación, se profundiza en cada una de las tres etapas.

### 3.1. TRABAJO PREVIO DEL PROFESOR

El trabajo que lleva a cabo el profesor se divide en tres fases, que son: la elaboración del guion de la práctica; el planteamiento y desarrollo del procedimiento en Excel que incluye la elaboración de un vídeo explicativo sobre la construcción y funcionamiento de la hoja Excel; la propuesta del estudio paramétrico a realizar por los alumnos.

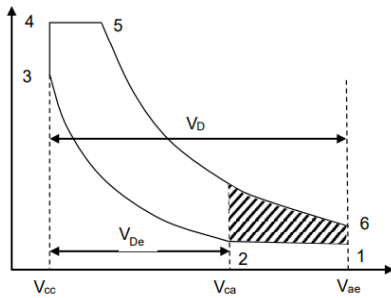
#### 3.1.1. Guion de la práctica

El profesor elabora un guion detallado de la práctica con todas las instrucciones para resolverla y se lo entrega a los alumnos.

En primer lugar, el guion debe cubrir el planteamiento del problema y las instrucciones para resolver el ciclo termodinámico que tiene lugar en un ciclo de motor que incluya los desarrollos teóricos necesarios para resolverlo y con todas las fórmulas necesarias, ver figura 1. Los alumnos pueden aprender sobre el funcionamiento de los motores estudiándose el desarrollo teórico del guion. De hecho, es recomendable para la comprensión del resto del temario.

Además, se dan instrucciones para la resolución de la tarea específica que tiene que realizar cada alumno. Para que cada alumno tenga una tarea distinta, a cada uno se le asigna unos parámetros de funcionamiento de entrada distintos, como se aprecia en la figura 2.

**FIGURA 1.** Ejemplo de desarrollos teóricos del ciclo termodinámico de un motor de combustión interna alternativo que se deben introducir en el guion de la tarea



$$W_{12} = - \int_1^2 PdV = P_2(V_1 - V_2)$$

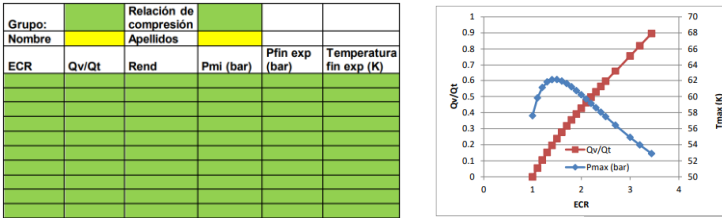
$$FQL = FQL_4 + \frac{U - U_4 - W_{4 \rightarrow \text{punto}}}{Q_t}$$

**FIGURA 2.** Ejemplo de tabla de asignación de una tarea distinta a cada alumno. En este caso hay una tabla para la simulación de un motor de combustión de encendido provocado (derecha) y otra para motor de combustión de encendido por compresión (izquierda).

Número de Practica	Relación de compresión	Dosado relativo	Número de Practica	Relación de compresión	Dosado relativo
1	9	0.7	2	9	1.0
3	10	0.7	4	10	1.0
5	11	0.7	6	11	1.0
7	12	0.7	8	12	1.0
9	13	0.7	10	13	1.0
11	14	0.7	12	14	1.0
13	15	0.7	14	15	1.0
15	16	0.7	16	16	1.0
17	17	0.7	18	17	1.0
19	18	0.7	20	18	1.0

Finalmente, el guion contiene instrucciones precisas para el formato de entrega y presentación de la tarea. En la figura 3 se muestra un ejemplo del formato de entrega de la tarea por parte del alumno. En el caso de la hoja Excel, se debe rellenar las casillas de color amarillo con el nombre del alumno y las casillas de color verde con los resultados del alumno. La tabla debe estar colocada en la casilla A1 de la hoja Excel que entregan para luego poder leerla con facilidad. Este último aspecto fomenta la disciplina en la elaboración de tareas por parte de los estudiantes, ya que se penaliza los errores en el formato de entrega de la tarea.

**FIGURA 3.** Ejemplo de formato de entrega de la tarea: hoja Excel (izquierda) y gráficas del informe en pdf (derecha).



### 3.1.2. Procedimiento en Excel y grabación de vídeo explicativo

En primer lugar, el profesor plantea el problema de la resolución del ciclo termodinámico de forma que sea abordable para calcularlo utilizando la herramienta Excel. El planteamiento de la resolución del problema tiene que estar estructurado de tal forma que la disposición en Excel sea concisa y ordenada para que los alumnos sean capaces de asociar fácilmente la resolución numérica en Excel con la resolución teórica del guion.

A continuación, el profesor desarrolla la metodología para construir la hoja Excel de manera que cuando se les explique a los alumnos cómo hacerla, la información que se les dé sea precisa y les permita llegar lejos con Excel en poco tiempo. Para ello se profundizará en las posibilidades que ofrece Excel ya que es posible que muchos de ellos no las conozcan.

Los alumnos acuden a clase en posesión del guion. Sería deseable que los alumnos se lo hayan estudiado antes de ir a clase. Para ello, el guion se sube al campus virtual unos días antes.

En clase, el profesor resuelve el problema en Excel delante de los alumnos. Mientras el profesor está resolviendo el problema los alumnos lo resuelven observando la pantalla del profesor. Si a algún alumno le surge alguna duda puede preguntar al profesor en clase.

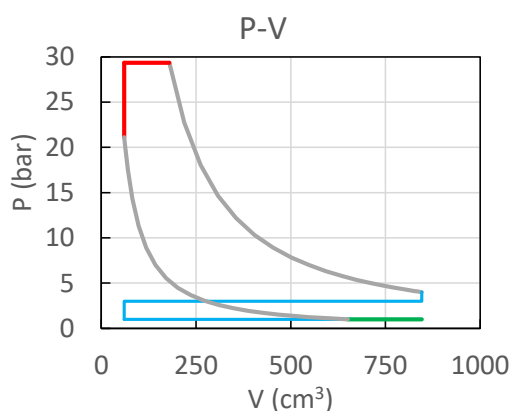
En este paso, no se debe ir deprisa puesto que cada alumno tiene un nivel de conocimiento de Excel y es posible que alguno se pierda. Para solucionar este problema, el profesor graba un vídeo de la explicación de



cómo se tiene que realizar la tarea en Excel y se sube al campus virtual. Si por un casual, el alumno no ha sido capaz de construir correctamente la hoja en Excel o ha faltado a clase, puede visualizar el vídeo y completar correctamente su hoja Excel.

En la figura 4 se puede observar un caso (con unas condiciones de funcionamiento determinadas) del ciclo termodinámico que se resuelve. Cada color representa una serie de datos.

**FIGURA 4.** Ejemplo de un ciclo termodinámico resuelto en Excel



Para poder hacer este tipo de gráfico, el alumno tiene que razonar qué series de datos tiene que representar. Para ello, primero el alumno ha tenido que estudiar el tema de ciclos termodinámicos de los motores para entender qué es lo que debe hacer. Por otro lado, el alumno ha tenido que introducir fórmulas en Excel de una forma ordenada, siguiendo las indicaciones del profesor en clase. Con estas fórmulas se obtienen unas series de resultados. El valor de estos resultados debe ser un valor coherente, con lo que se fomenta el espíritu crítico. Y finalmente, el alumno debe aprender a hacer gráficos con varias series de resultados. De esta forma, ya está aprendiendo funciones elementales de Excel.

Como la construcción de la hoja se lleva a cabo en clase, los alumnos pueden comparar gráficamente sus resultados con los del profesor y analizar si han resuelto bien el problema. Si detectan que el problema no está bien resuelto, pueden consultar al profesor o visualizar el vídeo en su casa tratando de encontrar el fallo.

### 3.1.3. Estudio paramétrico

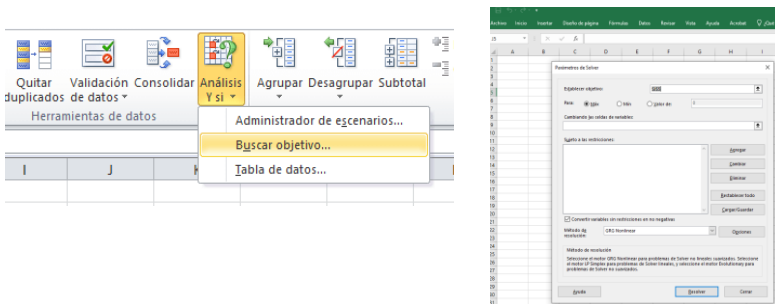
Una vez construida la hoja Excel utilizada para resolver el ciclo termodinámico, el profesor plantea un estudio paramétrico interesante y distinto para cada alumno que les ayude a aprender las tendencias de comportamiento de los motores. Las instrucciones de los estudios paramétricos están especificadas en el guion de la práctica.

La definición de los estudios paramétricos a realizar por los alumnos, tienen que cumplir lo siguiente:

- Que describan tendencias de los motores que sirvan para que los alumnos entiendan el comportamiento de los mismos.
- Permitir realizar un trabajo distribuible entre todos los alumnos y que los resultados puedan ser unificados en una o varias gráficas de tendencias.

Para realizar el estudio paramétrico, en primer lugar, el profesor enseña en clase cómo utilizar las herramientas “buscar objetivo” y “Solver”, ver figura 5, que están incluidas en el programa Microsoft Office Excel.

**FIGURA 5.** Herramienta “Buscar objetivo” y “Solver” de Excel



## 3.2. TRABAJO DEL ALUMNO

Cada alumno en su casa tiene que resolver su propia tarea realizando un estudio paramétrico y de optimización propuesto en el guion de la práctica. En este apartado cabe destacar que se fomenta la cooperación entre los alumnos para que comparen sus resultados y tendencias.

Una vez llevado a cabo el estudio paramétrico, los alumnos elaboran y entregan un archivo pdf con un informe donde muestran las gráficas de los resultados del motor de cada alumno en función del parámetro de entrada variable. Las gráficas deben tener un formato determinado que se especifica en el guion. Por otro lado, deben explicar las tendencias del motor y el porqué de esas tendencias. De esta forma los alumnos aprenden sobre las tendencias de funcionamiento de los motores de una forma autónoma, es decir, se fomenta el autoaprendizaje.

La otra parte de la tarea consiste en la entrega por parte de los alumnos de sus resultados en una hoja Excel con el formato especificado, ver figura 6, por lo que el alumno adquiere disciplina la elaboración de tareas. Esto último es muy importante para la fase posterior.

**FIGURA 6.** Ejemplo de entrega de la tarea con el formato especificado en el guion de la práctica.

Grupo:	1 Rc		9	
Nombre	Apellidos			
Dosado	Qv/Qt	Tmax(K)	Rendimiento	Pmi(bar)
0.1	1	972.8493	0.463635001	1.311155
0.2	0.557883	1165.541	0.49624601	2.788292
0.3	0.410329	1345.291	0.490338576	4.105639
0.4	0.336472	1513.137	0.476508793	5.285244
0.5	0.292133	1670.016	0.460636249	6.345288
0.6	0.262579	1816.776	0.44452791	7.30097
0.7	0.241493	1954.185	0.428854341	8.16513
0.8	0.225712	2082.939	0.413877237	8.948687
0.9	0.213481	2203.672	0.399688227	9.66099
1	0.203741	2316.961	0.386302106	10.31008
1.1	0.214065	2269.609	0.380193393	10.14704
1.2	0.22432	2224.457	0.374257005	9.988605
1.3	0.234513	2181.352	0.36848623	9.834588
1.4	0.24465	2140.155	0.362874599	9.684818
1.5	0.254735	2100.741	0.3574159	9.53913

### 3.3. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Una vez realizada la entrega de la práctica por parte de los alumnos, el profesor crea una hoja Excel con macros que permita importar todos los resultados de los alumnos y graficarlos en una única gráfica. De esta forma es posible analizar las tendencias del motor en función de las variables de entrada. Si la entrega de los resultados no se ha realizado de acuerdo con el formato especificado, la importación de los resultados con la macro fallará y el profesor tendrá que corregir el fallo del alumno manualmente. Esto tendrá una penalización en la calificación de la práctica.

El profesor lleva las gráficas unificadas a clase y se las enseña a los alumnos. Las gráficas de las tendencias del comportamiento del motor con la variación de un parámetro son gráficas ordenadas, todas muy parecidas. Si alguna gráfica es muy distinta de las demás, significa que está mal resuelta.

Los alumnos observan sus resultados comparados con los de sus compañeros y si algún alumno ha hecho mal el estudio paramétrico se dará cuenta de lo que ha ocurrido. Además, siempre puede preguntar al profesor acerca del fallo.

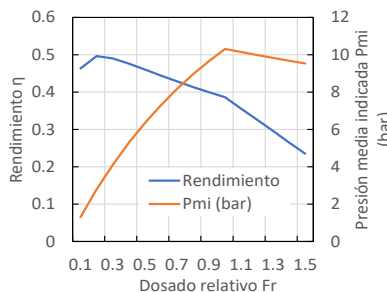
Además de comprender los fallos que se han cometido al realizar el estudio paramétrico, los alumnos observan y aprenden cómo varían las tendencias del comportamiento de los motores al variar las condiciones de funcionamiento.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los alumnos tienen que realizar tres estudios paramétricos:

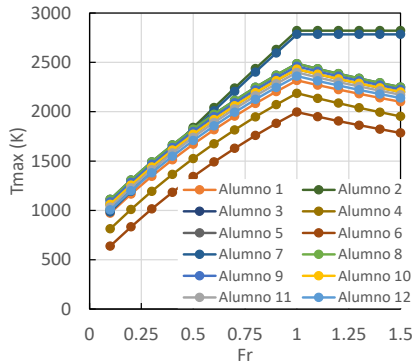
- En el primer estudio se parte de un ciclo a volumen constante con dosado relativo  $F_r=0,1$ . A lo largo del estudio se aumenta el dosado y se reduce la fracción de calor liberado a volumen constante para que la presión máxima del ciclo sea constante. Se entregan gráficas del rendimiento del motor,  $\eta$ , la presión media indicada,  $p_{mi}$ , y la temperatura máxima,  $T_{max}$ , en función del  $F_r$ , ver figura 7

**FIGURA 7.** Ejemplo del resultado obtenido por un alumno en el primer ejercicio de la práctica



Por otro lado, en todos los ejercicios se han comparado los resultados conjuntos que han obtenido todos los alumnos, ver Figura 8.

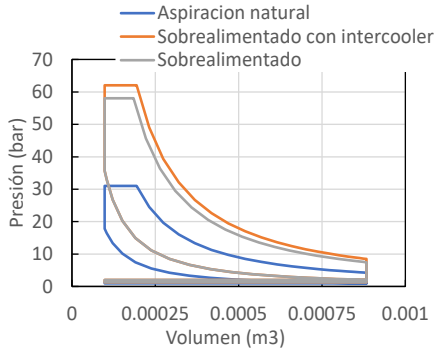
**FIGURA 8.** Ejemplo de gráfico comparando los resultados de todos los alumnos en el primer ejercicio de la práctica.



En este caso es posible observar cómo dos alumnos (los dos de arriba) han obtenido resultados erróneos, ya que no siguen las mismas tendencias que los de sus compañeros.

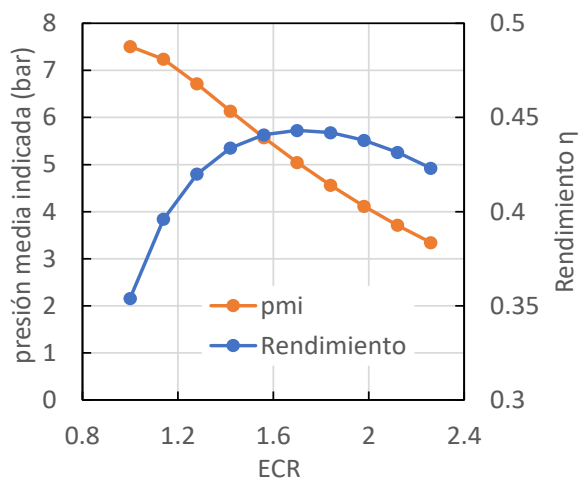
- En el segundo ejercicio se estudia a través de un diagrama presión-volumen específico, las prestaciones de un motor de aspiración natural (AN), uno sobrealimentado (SA) y otro sobrealimentado con intercooler (SAI), ver Figura 9. Para ello los alumnos tienen que variar las condiciones de presión y temperatura en la admisión que son entradas a la hoja de cálculo.

**FIGURA 9.** Resultado obtenido por un alumno en el segundo ejercicio de la práctica.



- La relación de compresión volumétrica ( $r_c$ ) es el volumen que existe encima del pistón en el punto muerto inferior frente al volumen existente en el punto muerto superior. Se define la relación de compresión efectiva ( $r_{ce}$ ) como el volumen que existe encima del pistón al cierre de la admisión frente al volumen cuando el pistón está en el punto muerto superior. Se define el Expansion Compression Ratio (ECR) como  $ECR = r_c / r_{ce}$ . En el tercer ejercicio se estudia el comportamiento de motor cuando se varía el ángulo de retraso al cierre de la admisión (RCA), para ello, los alumnos modifican ECR variando la relación de compresión efectiva ( $r_{ce}$ ). En la figura 10 se representa los resultados de la presión media indicada y el rendimiento frente al ECR.

**FIGURA 10.** Ejemplo del resultado obtenido por un alumno en el tercer ejercicio de la práctica.

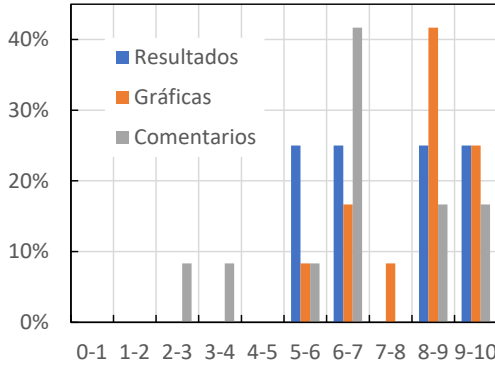


La evaluación de la tarea se ha realizado considerando los resultados numéricos obtenidos, la calidad de las gráficas y las explicaciones de cada apartado. El peso de cada ejercicio en la nota final de la práctica es el mismo. La ponderación de cada aspecto evaluado en la nota final es la siguiente:

- Resultados 50%: Se ha valorado que los resultados estuvieran bien y que las tendencias fueran coherentes con los de sus compañeros. En este apartado también se han penalizado a los alumnos que han cometido errores de formato en el fichero Excel que han entregado.
- Gráficas 25%: Se ha valorado que las gráficas cumplieran con las instrucciones dadas en el guion.
- Comentarios 25%: Se ha valorado la brevedad de los comentarios siempre y cuando hayan sido claros y concisos.

El número de alumnos que ha participado en la práctica es de 12. La distribución de calificaciones agrupadas en función del aspecto evaluado se muestra en la figura 11.

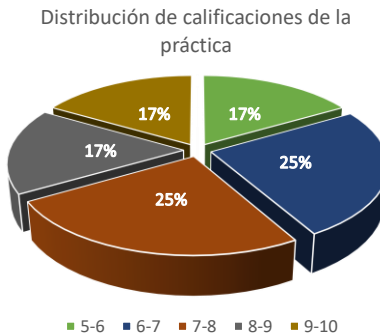
**FIGURA 11.** Distribución de calificaciones en los tres aspectos evaluados.



En primer lugar, las calificaciones de los resultados son bastante uniformes. Todos los alumnos han conseguido resultados coherentes, aunque algunos han cometido fallos en la elaboración de la hoja Excel, aspecto en el que habrá que profundizar posteriormente. Las gráficas elaboradas por los alumnos se ajustan a los estándares requeridos, por lo que las calificaciones obtenidas son elevadas. En cuanto a los comentarios, se puede observar que las calificaciones son notablemente inferiores a las del resto de apartados evaluados, habiendo incluso suspensos, lo que indica que es necesario profundizar más en los requerimientos de esta parte.

Una vez evaluados todos los aspectos de la práctica, se han obtenido las calificaciones finales de todos los alumnos. Los resultados se muestran en la figura 12 que contiene un gráfico de las calificaciones finales.

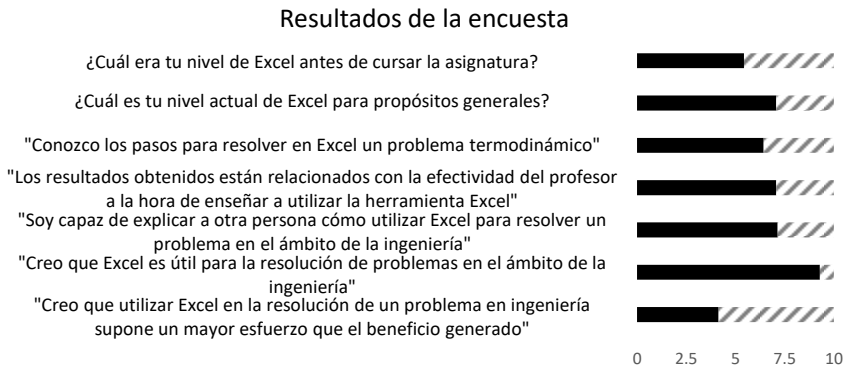
**FIGURA 12.** Calificaciones finales de la práctica.





En primer lugar, no ha habido ningún suspenso, lo que indica que aquellos alumnos que suspendieron el apartado de comentarios han sido capaces de compensarlo con buenas calificaciones en el resto de apartados. La distribución de calificaciones es bastante uniforme, si bien, la mitad de los alumnos han obtenido calificaciones entre el 6 y el 8.

**FIGURA 13.** Resultados de la encuesta planteada a los estudiantes.



Se ha realizado una encuesta a los alumnos para conocer su punto de vista acerca de la metodología propuesta en este trabajo. La encuesta se ha realizado en el campus virtual y de forma anónima. En la encuesta se ha pedido valorar su nivel de Excel previo y actual y valorar su grado de conformidad con una serie de afirmaciones. Los resultados se muestran en la figura 13.

Algunas deducciones que se pueden extraer de la encuesta son las siguientes:

- En términos generales, todos los alumnos consideran que han mejorado su nivel de Excel a pesar del poco tiempo que se le puede dedicar en clase.
- Los alumnos se consideran capaces de plantear, explicar y resolver un problema en Excel.
- Se ha fijado la idea en los alumnos de la importancia que tiene Excel en el ámbito de la ingeniería. Por lo tanto, es de esperar que decidan profundizar más en la herramienta.

- Por último, los alumnos no acaban de ver el potencial de Excel para reducir su carga de trabajo, aunque sí que se empieza a intuir.

Si bien hay margen de mejora, los alumnos tienen una buena percepción de la práctica y asumen que es beneficioso en su formación. Además, en la encuesta, se ha permitido que los alumnos añadan comentarios donde pueden expresar su opinión y aportar sugerencias. A modo de ejemplo, un alumno ha comentado que le gustaría aprender a programar en Visual Basic para poder realizar macros en Excel.

## 5. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha propuesto una novedosa metodología de trabajo que busca mejorar el conocimiento que tienen los alumnos de la herramienta Microsoft Office Excel mediante la simulación de motores. Se consigue integrar el aprendizaje de motores con el aprendizaje de la herramienta Microsoft Office Excel.

Algunos de los resultados específicos de este trabajo son los siguientes:

- Los alumnos aprenden a utilizar herramientas avanzadas de Excel, que de otra forma no aprenderían en la carrera.
- Además, los alumnos aprenden una estructura de trabajo que se puede utilizar con otros problemas de cualquier asignatura y en su futuro profesional en la empresa.
- Se ha conseguido dar a los alumnos una visión del potencial que tiene analizar tendencias para dar soluciones a distintos problemas con unas cuentas sencillas, aunque más complejas de las que están acostumbrados a realizar con la calculadora
- En líneas generales, se puede afirmar que se mejora la calidad de la enseñanza, ya que los alumnos entienden mejor las tendencias de los motores de combustión interna alternativos gracias al trabajo autónomo y crítico.

- Por último, se consigue fomentar la cooperación de los alumnos y su actitud crítica porque se preguntan entre ellos cuáles son los resultados obtenidos y posteriormente los analizan todos juntos en clase.

Con este procedimiento los alumnos descubren el potencial de predecir el comportamiento de un motor con unos cálculos sencillos.

Además, aprenden que esta metodología con Excel es aplicable a numerosos problemas que se les presentarán en su futuro profesional.

Como trabajos futuros se puede decir que esta metodología se puede aplicar a más problemas de los diferentes temas de la asignatura Motores de combustión interna alternativos, como por ejemplo la sobrealimentación, las curvas de funcionamiento de par, potencia y consumo específico, etc. También se puede pensar en la posibilidad de enseñarles algo de Visual Basic para poder programar macros en Excel.

## 6. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Gran parte del trabajo realizado se ha financiado con fondos de la Universidad de Valladolid a través del proyecto de innovación docente nº52 “Adquisición de competencias avanzadas en Excel a través de la simulación de Motores”, curso 2022-2023.

Pedro Gabana Molina ha obtenido un contrato predoctoral UVa-Banco de Santander en la convocatoria 2021.

## 7. REFERENCIAS

- Aguilera, E. (2012). Los estilos de enseñanza, una necesidad para la atención de los estilos de aprendizaje en la educación universitaria. *Revista estilos de aprendizaje*, 10(10). DOI: <https://doi.org/10.55777/rea.v5i10.962>
- Berk, K. N., & Carey, P. (2000). *Data analysis with Microsoft Excel: Updated for Office 2000*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole. ISBN-10: 0534362788  
ISBN-13: 978-0534362782

- Cano, M. E. (2008) La evaluación por competencias en la educación superior. Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado, 12, 3. Universidad de Granada.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56712875011>
- Cejas Martínez, Magda F; Rueda Manzano, Rueda Manzano, María José; Cayo Lema, Luis Efraín; Villa Andrade, Luisa Carolina. (2019). Formación por competencias: Reto de la educación superior Revista de Ciencias Sociales (Ve), vol. XXV, núm. 1. Universidad del Zulia, Venezuela.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28059678009>
- Consejo de Coordinación Universitaria (2006). Propuesta para la renovación de las metodologías universitarias. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.  
[https://sede.educacion.gob.es/publiventa/descarga.action?f\\_codigo\\_agc=12114\\_19](https://sede.educacion.gob.es/publiventa/descarga.action?f_codigo_agc=12114_19)
- Coretto, L., McDaniel, D., Mincer, T. (2005), Spreadsheet Calculations of Thermodynamic Properties, 2005 ASEE Annual Conference and Exposition Proceedings, pp 12945-12958. DOI:10.18260/1-2—15143
- Davis, P. (1997). What computer skills do employers expect from recent graduates? T.H.E. Journal, 24, 74–78.  
<https://thejournal.com/Articles/1997/09/01/What-Computer-Skills-Do-Employers-Expect-From-Recent-College-Graduates.aspx?p=1>
- Di Bella, F. A. and Chamarra III, A. (2004), Optimizing Thermal Energy Storage for Cogeneration Applications: A Faculty and Engineering Technology Student Collaboration Using Excel, 2004 ASEE Annual Conference and Exposition, Engineering Education Research New Heights, pp 10761-10775. DOI:10.18260/1-2—13703
- Evans, J. (2000), Spreadsheets as a Tool for Teaching Simulation. INFORMS Transactions on Education 1(1): 27-37 <https://doi.org/10.1287/ited.1.1.27>
- Flynn, A. M. and Naraghi, M. H. N. (2006) The Optimization and the Incorporation of Green Engineering into Heat Transfer Using Spreadsheets, Computers in Education Journal, v 16, n 1, pp 66-77.  
<https://coed.asee.org/wp-content/uploads/2020/08/7-The-Optimization-and-the-Incorporation-of-Green-Engineering-into-Heat-Transfer-Using-Spreadsheets.pdf>
- García, D.M.; et al. (2013) Estilos de enseñanza y las nuevas tecnologías en la educación. Reidocrea, 2: 219-225. [<http://hdl.handle.net/10481/27766>]  
 DOI: 10.30827/Digibug.27766
- Holmgren, M., (2007) Excel-Engineering website. <http://www.x-eng.com/>

- Huguet, J., Taylor, R. P., and Woodbury, K. A. (2008), Development of Excel Add-in Modules for Use in Thermodynamics Curriculum: Steam and Ideal Gas Properties, 2008 ASEE Annual Conference & Exposition, June 22 - 25 - Pittsburgh, PA. DOI:10.18260/1-2—4023
- Katz, R. (2015) Integrating Analysis and Design in Mechanical Engineering Education, ScienceDirect, Procedia CIRP 36 (2015) 23 - 28CIRP 25th Conference Innovative Product Creation.  
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.01.042>
- McMasters, R. (2011), A Student-Built Internal Combustion Engine Simulation Using Excel, Virginia Military Institute. American Society for Engineering Education, AC 2011-799 Page 22.105.1-14. DOI:10.18260/1-2—17387
- Meehan, A. M., & Warner, C. B. (2000). Elementary data analysis using Microsoft Excel. New York: McGraw-Hill. ISBN 10: 0077346068 ISBN 13: 9780077346065
- Musimbi, O. M, Mulanza, J. P. (2018) Using Excel as a Tool to Teach Manufacturing and Heat Transfer, 2018 ASEE Zone IV Conference: Boulder, Colorado Mar 25, Paper ID #24161. <https://peer.asee.org/29631>
- Niazkar, M. and Afzali, S. H. (2015) Application of Excel spreadsheet in engineering education, First International & Fourth National Conference on Engineering Education Shiraz University, 10-12 November.  
<https://dokumen.tips/documents/application-of-excel-spreadsheet-in-engineering-department.html?page=1>
- Singh, G. and Siddiqui, K (2009), Microsoft Excel Software Usage for Teaching Science and Engineering Curriculum, J of Educational Technology Systems, Vol.67 Issue 4, pp 405-417 <https://doi.org/10.2190/ET.37.4.e>
- Woodbury, K. A., Taylor, R. P., Huguet, J., Dent, T., Chappell, J. and Mahan, K. (2008) Vertical Integration of Excel in the Thermal Mechanical Engineering Curriculum, In ASME 2008 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, January, 2008,. pp. 317-325.  
<https://doi.org/10.1115/IMECE2008-69165>

## ELEMENTOS DE UNA ÉTICA COMUNITARIA QUE EMERGEN EN EL DESARROLLO DE TAREAS EN UN CURSO DE MÉTODOS NUMÉRICOS PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

---

LINA MARCELA DÍAZ FERNÁNDEZ  
*Fundación Universidad de América*

JULIETH KATHERINE RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ  
*Fundación Universidad de América*

### 1. INTRODUCCIÓN

En la educación universitaria en general y la formación de ingenieros en particular, se espera que un estudiante adquiera los saberes y habilidades propios de un contenido y los interiorice, de tal forma que pueda aplicarlos en contextos de su vida laboral. En este sentido, en la educación tradicional y actual es común observar que la evaluación del aprendizaje se hace analizando en qué medida los estudiantes lograron apropiarse dichos contenidos y habilidades, es decir que, se tiene en cuenta únicamente lo cognitivo y no así, su transformación como sujeto que se comunica, que aprende, que se frustra, que se involucra. De acuerdo con Radford (2009), se esperaría que esos saberes adquiridos generen un cambio en el estudiante como sujeto en su forma de pensar, lo cual lo lleve a ser más crítico y argumentativo en diversas situaciones (Radford, 2020). Ahora, estos cambios que se mencionan son experimentados por todos aquellos que se involucran en la tarea de aprender, esto es: docente y estudiantes.

Aunque es de aclarar, que ese cambio en la forma de pensar y hacer, se debe evidenciar tanto en el estudiante como en el docente, esto es lo que Radford (2020) ha denominado una realización como “sujetos comunitarios, solidarios y responsables del Otro”. Conociéndose esto también

como labor conjunta, en la cual tanto profesores como estudiantes, mientras apropian conceptualizaciones en conjunto, se realizan como seres humanos. Obando, Arboleda y Vasco (2014) lo denominan institucionalidad, este se entiende como: ‘ese espacio simbólico, con límites más o menos definidos, de prácticas compartidas por un colectivo de individuos, los practicantes de esa comunidad, espacio donde se comparte, se negocia, se actúa con los otros, donde también se excluye, en donde resuenan las voces presentes de muchos otros y las voces pasadas que han constituido la memoria cultural de la comunidad’ (p.74).

Se puede entender entonces, la ética comunitaria como un enfoque ético que se centra en las relaciones, la interdependencia y la responsabilidad mutua dentro de una comunidad. En lugar de enfocarse únicamente en el individuo, la ética comunitaria considera que ante cualquier acción debe tenerse en cuenta el bienestar de todos los presentes en la clase. Este enfoque es relevante en la educación matemática, ya que busca fortalecer los lazos colaborativos y fomentar una participación activa y colaborativa en el aprendizaje de las matemáticas.

Según Boruvková y Emanovský (2016), el trabajo en grupo en el campo de la educación implica un importante componente interactivo, estando la efectividad de los aprendizajes ligada al relacionamiento interpersonal de los estudiantes, el cual le permitirá aclarar su propia comprensión, así como tratar de aprovechar las contribuciones de sus compañeros, formular preguntas y respuestas, e incluso llegar a consensuar significados. Así, se hace necesario generar un escenario de confianza en el que el estudiante sienta que sus propuestas serán respetadas, valoradas y complementadas.

En el ámbito educativo, la ética comunitaria implica reconocer que los estudiantes no son entidades aisladas, sino miembros activos de una comunidad escolar más amplia. Esto incluye a sus compañeros y docentes. Bajo esta perspectiva, las decisiones y acciones éticas que toman los educadores tienen un impacto en la comunidad educativa en su conjunto, por lo cual, debe ponerse en consideración cómo las prácticas propias de enseñanza pueden promover la equidad, la inclusión y la participación activa de todos los estudiantes. Debido a que, se espera que, al fomentar la colaboración y el trabajo en equipo en el aula, se aporte a la

construcción de un escenario en el cual los estudiantes aprendan a respetar las ideas y perspectivas de los demás, a escuchar activamente y a contribuir al aprendizaje colectivo.

Por lo anterior, se viene indagando sobre posibles manifestaciones de una ética de orientación comunitaria, partiendo del hecho que luego de haber interactuado con estos saberes históricos, con el docente y con sus pares, algunos elementos en su forma de interactuar, de preguntar, de responder al otro sufren modificaciones. Se quiere generar una caracterización de la naturaleza de la interacción en el aula y, si es posible, que ésta tenga matices de una ética comunitaria; mostrar la forma en que el estudiante identifica algunas nociones de series de Taylor y otras temáticas de la asignatura métodos numéricos; poner el lente en lo que sucede con el sujeto en la medida en que reconoce la presencia de la alteridad, de sus necesidades, de sus ideas y, cómo esto cambia y es parte constituyente de su proceso de aprendizaje.

Con este trabajo, se busca 1) realizar una caracterización de la forma en que emergen los elementos asociados a la ética comunitaria, en un grupo de métodos numéricos durante la solución de tareas propias del curso. Y 2) caracterizar las formas de pensamiento matemático con las que se encuentra un estudiante de Ingeniería, mientras soluciona tareas de métodos numéricos.

### 1.1. RESPECTO AL CURSO MÉTODOS NUMÉRICOS

Dentro de los planes de estudio de las ingenierías en universidades e institutos de formación superior, es fundamental cursar la asignatura de métodos numéricos, de acuerdo, con lo planteado por Serrano (2021), “los métodos numéricos son considerados como una herramienta esencial para el estudio del comportamiento de fenómenos físicos complejos, utilizando modelos matemáticos que permiten obtener soluciones de manera aproximada” (p. 1).

La importancia de estudiar métodos numéricos según Chapra, y Canale., (2011) se sintetiza en cuatro aspectos a saber:

- Se considera como una de las asignaturas que ayuda a mejorar la habilidad de quienes resuelven problemas, ya que



proporciona herramientas poderosas para la solución de problemas, manipular grandes sistemas de ecuaciones, manejar no linealidades y resolver geometrías complicadas, comunes en la práctica de la ingeniería y, a menudo, imposibles de resolver en forma analítica.

- Pueden ser un medio para reforzar la comprensión de las matemáticas, ya que una de sus funciones es convertir las matemáticas superiores en operaciones aritméticas básicas, profundizando en temas que resultarían complejos. Esta perspectiva aumenta la capacidad de comprensión y entendimiento en la materia.
- Los métodos numéricos son un vehículo eficiente para aprender a servirse de las computadoras.
- Sirven para resolver problemas de optimización que se presentan comúnmente en el contexto del diseño en ingeniería, tanto para una sola variable sin restricciones como para varias variables sin restricciones, así como la optimización restringida dando especial énfasis a la programación lineal. (p. 5)

## 1.2. VECTORES DE UNA ÉTICA DE ORIENTACIÓN COMUNITARIA

Se consideran aspectos relevantes en la ética comunitaria, la colaboración y la construcción colectiva del conocimiento. Se busca crear un escenario en el aula en el que los estudiantes trabajen juntos, compartan ideas y construyan conocimiento de manera colaborativa. Lo cual implica crear un entorno de aprendizaje en el que se valore y respete la diversidad de perspectivas y se promueva la interacción y el diálogo entre los estudiantes.

A través del trabajo colaborativo, se busca que los estudiantes puedan desarrollar habilidades de pensamiento crítico y matemático, así como comprender el uso de las matemáticas para abordar problemas y situaciones de la vida real. A continuación, se propone un breve recorrido de la concepción de los vectores de la ética comunitaria, responsabilidad,

el compromiso y el cuidado del otro, que se han mencionado anteriormente.

### 1.2.1. La Responsabilidad

Este vector contempla las relaciones triádicas: yo-para-mí, yo-para-otro y otro-para-mí. Radford (2021) lo define como un compromiso ineludible con los demás; un vínculo entre uno mismo y los demás. La responsabilidad se materializa en la respuesta que el sujeto da al llamado del otro, llamado que no requiere de una comunicación lingüística explícita o de una manifestación semiótica en general, sino que la sola existencia del otro nos llama (Radford, 2021).

### 1.2.2. Compromiso

Este vector impacta directamente la forma en que el estudiante asume el desarrollo de la actividad propuesta. Es la promesa de hacer lo posible para trabajar de forma conjunta con los demás (docente, otros estudiantes), tratando de contribuir a la labor conjunta (Radford, 2021).

### 1.2.3. Cuidado del otro

Se define como una manera de estar y ser con y para el otro. El cuidado del otro requiere de la atención y reconocimiento de la existencia del otro y de sus necesidades. Es reconocer nuestra vulnerabilidad en la vulnerabilidad del otro (Radford, 2021). Términos como empatía y posicionamiento tienen cabida en este vector.

## 2. OBJETIVOS

2.1. REALIZAR UNA CARACTERIZACIÓN DE LA FORMA EN QUE EMERGEN LOS ELEMENTOS ASOCIADOS A LA ÉTICA COMUNITARIA, EN UN GRUPO DE MÉTODOS NUMÉRICOS DURANTE LA SOLUCIÓN DE TAREAS PROPIAS DEL CURSO.

2.2. CARACTERIZAR LAS FORMAS DE PENSAMIENTO MATEMÁTICO CON LAS QUE SE ENCUENTRA UN ESTUDIANTE DE INGENIERÍA, MIENTRAS SOLUCIONA TAREAS DE MÉTODOS NUMÉRICOS.

### 3. METODOLOGÍA

Se plantean y desarrollan tres fases para el diseño metodológico:

1. Revisión del estado del arte
2. Selección del episodio a estudiar
3. Análisis de la información

Los datos que se analizan provienen del trabajo de investigación desarrollado con un curso de métodos numéricos para Ingenierías de la Fundación Universidad de América, participando un total de 21 estudiantes de 4to semestre. Los datos se recopilaron durante 4 sesiones de clases diseñadas por el equipo de esta investigación. Para recolectar datos se emplearon tres cámaras de video, las cuales filmaban el trabajo en pequeños grupos de estudiantes (grupos de 3 a 4 integrantes). Los datos se obtuvieron de episodios en los que los estudiantes trabajaban para resolver las tareas que se les proponían sobre series de Taylor, método de Newton Raphson y punto fijo. El segmento escogido es el de un grupo que muestra un desarrollo interesante y que ejemplifica algunos elementos de la interacción social que captó la atención y nos interesa mostrar. Una de las investigadoras fungió como docente de la clase para intentar movilizar esos elementos de la interacción que se quieren analizar.

Para el desarrollo de cada sesión se retoman los momentos planteados por Radford (2020, p. 30) siendo estos: 1) presentación de la actividad por parte de la docente, 2) trabajo en pequeños grupos, 3) discusiones profesor-estudiante y finalmente, 4) discusiones generales.

El video proporciona una manera eficaz para ayudarle a demostrar el punto. Cuando haga clic en Video en línea, puede pegar el código para insertar del video que desea agregar.

**FIGURA 1.** A) presentación de la actividad por parte de la docente. B) trabajo en pequeños grupos C) discusiones profesor- estudiante D) discusiones generales



Fuente: Tomas propias de esta investigación

#### 4. RESULTADOS

Durante el desarrollo de las diferentes tareas propuestas en las sesiones de clases, se logró evidenciar que, mientras que en las primeras sesiones las estrategias de solución de los estudiantes eran:

- Repartirse la solución de los puntos, de tal forma que cada uno resolviera la misma cantidad de puntos. Esto es lo que Marx (1948) llama la división social del trabajo, del capital. En estas formas de trabajar no se evidenció trabajo colaborativo o formas de colaboración.
- Los estudiantes no socializaban entre ellos la forma en que resolvieron el punto que les correspondía, porque ven su conocimiento como algo de su propiedad, como algo que les

pertenece y que de alguna forma representa un “capital” que los demás no tienen.

A partir de la tercera sesión, las estrategias que se evidenciaron fueron:

- Los estudiantes comienzan a preguntarse entre ellos por la forma de resolver la tarea. La mayoría de los estudiantes participan en la solución de cada ítem.
- Cuando observaron que algún compañero no entendía, se evidenciaron episodios en que sus compañeros se ocupaban de volver a explicarle.
- Hubo más preocupación en los grupos por entender los planteamientos que hacía cada miembro del grupo para proponer una solución.

Observamos que las formas de colaboración y las formas de acercarse a las tareas cambió, en la medida en que vieron que el trabajo en grupo y comunitario era importante y era valorado para determinar el avance y adecuado desarrollo de la actividad.

Así mismo, al culminar esta investigación se espera generar una caracterización de las condiciones que deben darse para que se dé una interacción en el aula con matices de una ética comunitaria.

Como segundo aporte, es de interés dar cuenta de la forma en que el estudiante identifica algunas formas de pensamiento matemático asociado a teoría del error en series de Taylor y a la naturaleza de dichas formas de pensamiento.

Se espera que como resultado de esta investigación en el campo educativo se incentive el estudio en torno a elementos de la ética que tienen lugar en el aula de clases, seguir poniendo el lente investigativo en lo que sucede con el sujeto en la medida en que reconoce la presencia de la alteridad, de sus necesidades, de sus ideas y, cómo esto permea y es parte constituyente de su proceso de aprendizaje.

Seguir abriendo la discusión académica respecto a lo que es el aprendizaje, más allá de lo puramente cognitivo y epistemológico.

## 5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Este estudio se enmarcó en una teoría de corte socio cultural, que es la teoría de la objetivación, por lo cual las relaciones de cooperación en el aula y las formas de circulación de saberes; lo cultural y lo histórico fueron categorías consideradas dentro de la implementación, recolección y análisis de los datos.

Se observó que, en la medida en que los estudiantes trabajaban en grupos en cada sesión, sus habilidades para proponer estrategias de solución, preguntar, y ser sensible a la necesidad del otro, a las propuestas del otro, mejoraron de forma significativa. Validándose de esta manera, un cambio tanto en el ‘ser’ de cada estudiante al comprender y desarrollar la actividad propuesta, como en sus formas de ‘pensar’, ese conocimiento adquirido generó un cambio en su ser y pensar, haciéndolo más crítico y argumentativo en diversas situaciones.

En un proceso de evaluación tradicional, de las actividades en el aula, poco importan los procesos de transformación del estudiante que aprende, es decir, en la mayoría de valoraciones se tiene en cuenta únicamente lo cognitivo por el estudiante y no su transformación como sujeto que interactúa, que socializa, que aprende de y con el otro.

Debe propenderse a que los estudiantes logren ver cómo las matemáticas se relacionan con su vida diaria y cómo pueden utilizarlas para abordar problemas, y situaciones reales, ya que, al hacerlo, se logra motivar y comprometer a los estudiantes, y al mismo tiempo se le estaría ayudando a comprender cómo las matemáticas pueden tener un impacto positivo en su comunidad y en la sociedad en general. En este sentido, al considerarse la aplicabilidad de las matemáticas en el mundo real, podría facilitar la aparición de los elementos propios de una ética comunitaria en el abordaje de las tareas de un curso con componente matemático.

## 6. REFERENCIAS

- Boruvková, Radka y Emanovský, Petr (2016). “Small group learning methods and their effect on learners’ relationships”, *Problems of Education in the 21st Century*, vol. 70, pp. 45-58.
- Chapra, S. y Canale, R. (2011). *Métodos Numéricos para Ingenieros* (6ª ed.). México McGraw Hill
- Obando, G., Arboleda, L. y Vasco, C. (2014). Filosofía, Matemáticas y Educación: una perspectiva histórico-cultural en Educación Matemática. *Revista Científica*, 3(20), 72-90.
- Radford, L. (2009). Signs, gestures, meanings: Algebraic thinking from a cultural semiotic perspective. Plenary Lecture presented at the Sixth Conference of European Research in Mathematics education (CERME 6). Université Claude Bernard, Lyon, France, January 28–February 1, 2009.
- Radford, L. (2015). Methodological Aspects of the Theory of Objectification. *Perspectivas da Educação Matemática*, v. 8(18), 547-567
- Radford, L. (2020). El aprendizaje visto como saber y devenir: una mirada desde la teoría de la objetivación. *REMATEC: Revista de Matemática, Ensino e Cultura*, 15(36), 27-42
- Radford, L. (2021). Teoria da objetivação: uma perspectiva Vygotskiana sobre conhecer e vir a ser no ensino e aprendizagem da matemática. (Tradução de B. Morey e S. Gobara). Livraria da Física.
- Serrano Pérez, E (2021). Teaching numerical methods through a didactic arduino-based tool; the 4-bar linkage case revisited. *Revista Cubana de Física*, Vol 38, Issue 1, Pages 17 - 19. <https://bit.ly/3WBmVnl>

## EL USO DE LA HERRAMIENTA DE DEBATE PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA TRANSVERSAL DE RAZONAMIENTO CRÍTICO

---

ÁUREA ANGUERA DE SOJO HERNÁNDEZ  
*Universidad Politécnica de Madrid*

SERGIO D'ANTONIO MACEIRAS  
*Universidad Politécnica de Madrid*

HELENA LIZ LÓPEZ  
*Universidad Politécnica de Madrid*

ÁNGEL PANIZO LLEDOT  
*Universidad Politécnica de Madrid*

### 1. INTRODUCCIÓN

El lanzamiento de ChatGPT en noviembre de 2022 supuso un sisma en muchísimos ámbitos. Se espera que este tipo de herramientas, llamadas Grandes Modelos de Lenguaje (o LLM por sus siglas en inglés, *Large Language Models*) impliquen un cambio cuantitativo y cualitativo. Se espera que estos cambios afecten profundamente al ámbito laboral (Eloundou et al., 2023). De lo que no cabe duda es que en menos de un año ha producido un gran cambio en el ámbito de las enseñanzas. Ahora bien, siguiendo nuevamente a Eloundou et al. (2023) estos grandes modelos de lenguaje tienen, a día de hoy, un rendimiento peor que las personas en, al menos, dos aspectos clave: la producción de conocimiento básico, y la capacidad de argumentación y reflexión críticas. En esta situación, el estimular en el estudiantado estas dos facultades resulta clave. En este trabajo se desarrolla la metodología que se sigue en un conjunto de asignaturas con el fin de desarrollar el pensamiento crítico en el alumnado.



Aspectos Éticos y Sociales es una asignatura de carácter obligatorio impartida en los grados de la ETSI de Sistemas Informáticos (ETSISI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)<sup>7</sup>. En esta asignatura se asientan las bases para la adquisición de algunas competencias transversales básicas para los/las futuros ingenieros/as, como el respeto al medio ambiente y el razonamiento crítico (Ahern et al., 2019; Cárdenas Sierra & Muñoz Restrepo, 2014; Domínguez et al., 2022; Pérez & Mondragón, 2023). La descripción de la competencia de razonamiento crítico es la siguiente:

La capacidad de pensar de manera crítica [...] implica tres cosas: (1) disposición a considerar de una manera reflexiva los problemas y asuntos que entran dentro del rango de las experiencias personales, (2) conocimiento de los métodos de investigación lógica y el razonamiento, y (3) una cierta habilidad en la aplicación de esos métodos (Glaser, 1942).

En el contexto de la innovación educativa se busca añadir o modificar elementos de manera exitosa con el fin de generar un beneficio o mejora (Ferrari et al., 2009). Estas modificaciones pueden abarcar diversos elementos del proceso de enseñanza como la tecnología, la didáctica, la pedagogía, los procesos y las personas (Murillo, 2017). Existen numerosos ejemplos de enfoques innovadores, según las herramientas utilizadas. Entre ellos encontramos el aprendizaje por servicio (Anguera de Sojo Hernández et al., 2022), que fusiona el aprendizaje académico con el servicio comunitario; el aprendizaje basado en investigación (Martín & Valero Redondo, 2022), que fomenta que los estudiantes busquen posibles soluciones a problemas planteados, el aula invertida (Freeman et al., 2014), que propone que los estudiantes se preparen el contenido de manera autónoma para que las clases sean más participativas; y el aprendizaje activo, que involucra al estudiantado en tareas como análisis, síntesis y la evaluación o gamificación (Torregrosa et al., 2022).

Para abordar el desarrollo específico de esta competencia, hemos propuesto utilizar la metodología de aula invertida, en concreto, la Técnica de Debate. Dicha técnica de enseñanza se puede enmarcar dentro de las técnicas de tipo grupal y consistente en un intercambio de ideas e

---

<sup>7</sup> <https://www.etsisi.upm.es/estudios/grados/61CI/guias/curso-2022-23>

información sobre un tema, realizado por un grupo bajo la conducción de un profesor que guía el debate. Los temas deben tener diversos enfoques o interpretaciones para desarrollar el debate entre posturas enfrentadas.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo fundamental es analizar la experiencia de implementar la metodología de debates en los grados de informática impartidos en la ETSISI para el desarrollo de la competencia transversal de razonamiento crítico. Se llevará a cabo esta experiencia en una asignatura obligatoria en la que participen pequeños grupos de alumnos para su validación.

## 3. METODOLOGÍA

Para desarrollar esta experiencia de aprendizaje se ha propuesto una metodología que nos permite un abordaje estructurado en fases. En la Figura 1 se muestran cada una de estas fases y sus distintas etapas. A continuación, se definen las fases con las etapas que forman parte de cada una de ellas, y a lo largo de los apartados siguientes iremos desgranando como llevar a cabo cada una de ellas. Las tres fases son:

- Fase 1: Preparación y planificación.
- Fase II: Ejecución.
- Fase III: Evaluación y cierre.

**FIGURA 1.** Fases de la experiencia



Fuente: Elaboración propia

### 3.1 PREPARACIÓN Y PLANIFICACIÓN.

Esta primera fase es responsabilidad de los profesores. El punto de partida es la detección de un problema para el desarrollo de la competencia transversal de Razonamiento crítico en alumnos de primer curso de grados de ingeniería informática.

La dificultad para el desarrollo de este tipo de competencia está relacionada, en general, con el carácter propio de los alumnos en el primer curso de cualquier grado universitario, que no muestran el grado de madurez suficiente para afrontar algunas competencias transversales con el grado de aprovechamiento necesario. Además, en el ámbito de la ingeniería informática, este problema de madurez se une a la contextualización de la competencia en asignaturas de grado que tienen un carácter social diferente a otra tipología de asignaturas de corte más técnico.

Detectado el problema, nuestra propuesta es desarrollar esta competencia utilizando la técnica de debate. Como hemos señalado en el apartado de objetivos, entendemos que esta técnica nos permite, por una parte, mejorar la actitud y disposición de los alumnos en el desarrollo de esta competencia, y por otra, nos ofrece distintas posibilidades para medir los resultados obtenidos y verificar si esta técnica resulta adecuada o no para este tipo de competencias.

A continuación, se diseña una planificación temporal en la que se indican los pasos a seguir para poner en funcionamiento la técnica de debate en la asignatura de Aspectos Éticos y Sociales. Como se ha mencionado, esta fase de planificación corresponde a los profesores que imparten docencia en la asignatura, que determinarán las actividades que deben llevar a cabo los alumnos para participar en esta experiencia de aprendizaje.

#### 3.1.1. Elección de los temas que abordarán los debates.

Los profesores deben elaborar un listado de temas sobre los cuales pueden versar los debates. Para seleccionar estos temas hay que tener en cuenta que deben ser asuntos sobre los que se pueda establecer una discusión y que sean susceptibles de abordajes y opiniones enfrentadas o contradictorias, así como que sean actuales y exista información suficiente sobre los mismos. Además, los profesores valoran en esta

elección la oportunidad de introducir asuntos que impliquen los aspectos bien éticos, bien sociales, vinculados a la tecnología, y, en especial, al ámbito de la ingeniería informática (en sus diferentes grados).

Al elaborar el listado de temas, los profesores plantearán preguntas que los alumnos deben ser capaces de responder, relacionadas con cada una de estas propuestas y, además, deben explicar las dos perspectivas desde las que se puede abordar el tema propuesto.

Esta propuesta de temas debe ser conocida por los estudiantes con carácter previo al desarrollo del debate, y son ellos los que deben elegir aquel tema que más les interese estudiar.

Algunos de los asuntos que pueden ofrecer para el desarrollo de esta técnica son los siguientes:

1. Robótica e Inteligencia Artificial y Ética: La introducción de la robótica y de la IA en nuestras vidas es ya una realidad, y cada vez este tipo de desarrollos y herramientas va en aumento. Cada vez en más estamentos políticos y sociales se plantean retos sobre si es o no necesario regular este tipo de tecnología y si son necesarios límites éticos para el desarrollo de las mismas. ¿Es necesario limitar el desarrollo de estas tecnologías? ¿Cuáles serían los límites? ¿Cómo se fundamentarían? ¿Habría que desarrollar principios éticos ad hoc para estas materias? ¿Quién y cómo deberían regularlo? Las dos perspectivas que se proponen son la del Tecnooptimismo y transhumanismo, por un lado, y por otro la perspectiva Bioconservadora.
2. Empleo y sociedad digital: Uno de los efectos de las tecnologías es el empleo. Se produce la desaparición de algunos tipos de empleos y la aparición de nuevos empleos y modelos de negocio. Las preguntas que plantear serían: ¿es necesario que haya una regulación por parte de las administraciones públicas?, ¿qué estrategias serían necesarias para que el desarrollo tecnológico tenga un impacto positivo en el empleo de la población?, ¿se podrá alcanzar el pleno empleo con el desarrollo de la sociedad digital? Las dos perspectivas que se sugieren se

refieren a cómo afrontar esta realidad: neoliberal, en la que se establece que ninguna regulación por parte de los estados es necesaria, y la contraria, según la cual el Estado ha de intervenir en la regulación de los nuevos empleos y empresas.

3. Privacidad: El avance tecnológico plantea retos para la privacidad. Las tecnologías como el IoT, Inteligencia Artificial, Big Data o las redes sociales son muy intensivas en utilización de datos personales. Los datos personales en sí mismos no generan valor si no son tratados, analizados y/o utilizados de una determinada manera, que es donde aparecen los retos para la protección de datos. ¿Es suficiente con la solicitud de consentimiento al usuario para que su privacidad esté garantizada? ¿Cuáles son los retos de la portabilidad de datos entre compañías? ¿Es compatible con la protección de datos? ¿Cómo compatibilizar el uso de datos personales por parte de estas tecnologías con la normativa de protección de datos? ¿Merece la pena proteger la privacidad? ¿Es viable hacerlo? ¿Cuáles son los retos? Las dos perspectivas serían por un lado el punto de vista de las empresas y por otro el punto de vista de los ciudadanos y usuarios de las tecnologías.
4. Brecha digital de género: La brecha digital de género consiste en la desigualdad en el acceso, uso y aprovechamiento de las TIC por parte de la mujer. Organismos como Naciones Unidas (UNESCO, ITU), Unión Europea, Instituciones Públicas en España, sindicatos, parte de la academia (Cecilia Castaño, Inés Sánchez de Madariaga, etc.), aceptan la existencia de dicha brecha digital en muchos ámbitos, entre ellos el laboral. Además, se ha comprobado esta brecha en el número de mujeres que acceden a las carreras de STEM. ¿Cuáles son los datos que reflejan esta brecha? ¿En qué consiste? ¿Qué causas tiene? ¿Cuáles son los retos, las propuestas de solución? En este concepto de brecha digital existen posturas enfrentadas tanto en el concepto en sí mismo como en la necesidad o no de tomar medidas para abordarlo.

Estos son algunos de los temas que se pueden proponer, pero se trata de una enumeración abierta, en la que se pueden incluir o sustituir los propuestos por otros más actuales o que generen mayor controversia en el ámbito social o educativo.

### 3.1.2. Provisión de materiales

Una vez elaborado el listado de temas que se proponen para los debates, los profesores deben, para cada una de estas temáticas, localizar y recopilar diversas fuentes bibliográficas que puedan ser utilizados por los alumnos para la preparación de los debates. Al ser esta una actividad dirigida a alumnos de primer curso es fundamental ofrecer a los alumnos orientaciones sobre donde se pueden encontrar los materiales necesarios de consulta para las argumentaciones que tendrán que utilizar durante el debate. Con estas orientaciones se pretende que los alumnos que participen en la actividad elaboren, a partir de las mismas, argumentos con base científica contrastada.

### 3.1.3. Definición de los grupos de trabajo

Los profesores elaborarán un documento en el que se da a conocer a los alumnos como se van a organizar los grupos de trabajo para el desarrollo del debate.

En este documento, se determina el número de alumnos que pueden formar parte del grupo, así como los roles y actividades que deben realizar estos alumnos en el grupo.

En esta propuesta, se ha determinado que los grupos estén formados por cuatro alumnos. Cada uno de los grupos debe elegir entre sus miembros a un portavoz, que será el que exprese los argumentos elaborados por todo el grupo en la celebración del debate. El resto de integrantes del grupo no intervendrán directamente en el debate, pero sí podrán facilitar al portavoz argumentos o contrarréplicas durante la celebración del debate.

Cada uno de los grupos elegirá el tema sobre el que quiere desarrollar el debate.

La formación de grupos se realiza en el Aula Virtual de la asignatura, y al formar el grupo se elegirá la temática elegida por los miembros del grupo.

#### 3.1.4. Metodología para el desarrollo del debate.

Los profesores implicados en esta actividad deben de elaborar una memoria que recoja la metodología para llevar a cabo la actividad. Este documento debe estar disponible para los alumnos cuando se les proponga la actividad, para que estos puedan consultar el documento y elegir si quieren o no participar en la actividad.

En esta metodología se recogen los temas que se proponen para los debates, la organización de los debates y las distintas actividades que deben llevar a cabo los grupos que participen. Cada una de estas actividades se describe en este documento y es conocida por los alumnos con carácter previo a iniciar la actividad. Entre ellas, los alumnos tendrán que:

- Realizar un análisis de la propuesta temática elegida por el grupo.
- Investigar y elaborar dos líneas argumentales, preparando las dos perspectivas posibles sobre el tema elegido.
- Elaborar un documento (Memoria) que recoja los argumentos que se presentarán en el debate, así como las evidencias de la investigación realizada para la preparación de los mismos, y las conclusiones, que deben estar referidas a los aprendizajes principales derivados de esta actividad. Esta Memoria sirve de base a los profesores para la evaluación de la comunicación escrita y del propio trabajo en grupo.

Además, en el documento se recogerá la rúbrica que se va a utilizar por parte de los profesores para la valoración y calificación del debate (esta rúbrica se recoge en el apartado de Evaluación -Fase III).

En cuanto a la celebración del debate, este se desarrollará durante un tiempo de 15 minutos, en él intervendrán los portavoces de los dos grupos, con un tiempo de intervención estructurado de la siguiente forma:

- Primera intervención: 3 minutos para cada uno de los grupos, para la presentación de las líneas generales de la postura que defienden.
- Sucesivas intervenciones: 1.5 min cada una de ellas, en las que los portavoces intentarán contrarrestar los argumentos expresados por el contrincante.
- Intervención final: 2 minutos para cada uno de los portavoces, para resumir sus intervenciones e intentar decantar el resultado del debate a su favor.

Al comienzo de cada uno de los 4 debates se sorteará la postura que debe defender cada grupo, así como que grupo inicia el debate y que grupo lo finaliza.

### 3.2. EJECUCIÓN

Una vez terminada la Fase de Preparación y Planificación, la actividad se hace disponible en el Aula Virtual de la asignatura para todos los alumnos.

A partir de este momento, los alumnos que están interesados en participar en la actividad pueden elegir el grupo y la temática en la que quieren realizar el debate. Como se ha mencionado el apartado 3.1, toda la información relativa a la actividad es conocida por los alumnos con carácter previo al comienzo de esta.

No todos los alumnos pueden participar en esta actividad. El número de participantes está limitado por dos factores: los temas propuestos de debate (4) y el número de integrantes de cada grupo (4 alumnos). Como para la realización del debate es necesario que se defiendan dos posturas contrapuestas, por cada uno de los temas deben de formarse dos grupos. Por tanto, pueden participar en la actividad 32 alumnos (2 grupo de 4 alumnos por cada 1 de los temas propuestos). El resto de los alumnos hasta completar el grupo de clase (normalmente las clases son de 70 alumnos) es el grupo de control, con el que los profesores pueden establecer los elementos comparativos para valorar si esta técnica de debate



contribuye, o no, al desarrollo y la adquisición de la competencia transversal de razonamiento crítico por los alumnos.

Las etapas que conforman esta segunda fase son las siguientes:

1. Formación de grupos: los alumnos que estén interesados en participar en el debate tendrán que formalizar el grupo en la actividad “Elección de grupo” que tendrán disponible en el Aula Virtual. Los grupos deben ser de 4 alumnos.
2. Elección de la temática. Como hemos comentado anteriormente, se proponen 4 temas. La elección del tema para el debate se realiza por orden de elección, y como ya hemos dicho anteriormente, cada tema podrá ser elegido por dos grupos.
3. Investigar y preparar argumentaciones. Cada uno de los grupos deben acceder a las fuentes facilitadas por los profesores, así como a cualquier otra que localicen y les pueda ayudar a elaborar la argumentación necesaria para el debate. Deben desarrollarse argumentos para poder defender cualquiera de las dos posturas asociadas a cada uno de los temas propuestos.
4. Elección del portavoz del grupo. Los alumnos que integran cada uno de los grupos deben elegir al alumno que será el portavoz en la celebración del debate. Los otros 3 alumnos si bien no podrán intervenir, sí podrán facilitar durante el mismo argumento y contrarréplicas al portavoz, que apoyen la postura que tiene que defender en el debate.
5. Celebración del debate. Se establecen las fechas (sesiones de clase) en las que tendrán lugar los debates. Se elegirán dos fechas, y se celebrarán dos debates en cada una de ellas. Para el desarrollo del debate, se sorteará que postura debe defender cada uno de los grupos, así como qué grupo inicia el debate (realiza la primera intervención) y qué grupo cierra el debate. Los profesores serán los encargados de medir los tiempos de intervención y, en su caso, darán advertencia a los portavoces si están excediendo los tiempos asignados para cada intervención.

6. Preguntas. Una vez finalizado el debate, los asistentes (el resto de los alumnos que no han participado en el debate) podrán plantear cuestiones sobre la temática debatida, y los portavoces, con ayuda del resto de los integrantes del grupo, tendrán que responder a las mismas.
7. Cada uno de los grupos deberá entregar la Memoria elaborada con los argumentos utilizados en el debate. La entrega se realizará en el Aula Virtual y, como ya se ha señalado, además de las argumentaciones diseñadas para la participación en el debate, deberá contener en las conclusiones los aprendizajes adquiridos en esta actividad. La memoria debe incluir: 1. Portada (título, autores, fecha); 2. Índice; 3. Introducción, que debe contener un breve análisis de la temática elegida, explicando el contexto en el que surge el debate sobre esa temática; 4. Desarrollo del trabajo realizado (con una descripción de los argumentos elaborados, las evidencias que apoyan estos argumentos; 5. Recursos utilizados (bibliografía, enlaces, recursos audiovisuales, ...

Con esta entrega, finaliza la fase de ejecución en la que, como puede observarse, el peso fundamental recae sobre los alumnos participantes.

### 3.3 EVALUACIÓN Y CIERRE

En esta última fase se procede a la evaluación de la actividad. Para ello, los profesores han elaborado una rúbrica que sirve de base a la corrección, y que es conocida por los alumnos con carácter previo a la celebración del debate.

En la siguiente Tabla se recoge la rúbrica de corrección elaborada por los profesores:

**TABLA 1. Rúbrica de corrección Debate.**

	<b>Memoria (50%)</b>	<b>Debate (50%)</b>
<b>Contenidos temáticos (70%)</b>	40% Se valorarán los siguientes aspectos: rigor de la información presentada y adecuación al tema planteado, capacidad de síntesis, capacidad de reflexión y argumentación crítica, originalidad y contribuciones personales, uso de fuentes de información diversas y fiables.	30% Se valorarán los siguientes aspectos: consistencia y variedad de los argumentos, uso riguroso de evidencias y datos objetivos (estudios, estadísticas, informes, etc.) pertinencia de los argumentos a las preguntas del debate, capacidad para transmitir lo reflejado en la memoria.
<b>Habilidades de comunicación oral y escrita (15%)</b>	5% adecuación al formato pedido, claridad en la redacción, cita correcta de las referencias utilizadas.	10% naturalidad y expresividad en los gestos; dominio del espacio; modo de referirse al público; tono de voz, capacidad para atraer la atención; orden y claridad en la exposición de los argumentos; riqueza del lenguaje y propiedad del uso.
<b>Habilidades de trabajo en equipo (15%)</b>	5% Coherencia global de la memoria que refleje que ha habido un buen trabajo en equipo frente al mero reparto de tareas y posterior acoplamiento.	10% adecuado reparto de tiempos y temáticas en el debate, coordinación en las respuestas apoyo del resto de miembros del equipo
	50%	50%
<b>Puntuación EXTRA</b>	Al final del debate, el resto de compañer@s de la clase, tendrán que emitir un voto sobre el equipo que consideran que ha sido más convincente en sus argumentos. Se podrá obtener hasta un máximo de un punto extra en función del % de votos recibidos por el equipo.	

Como se indica en la última fila de la tabla anterior, los asistentes al debate (alumnos no participantes) tendrán que valorar con su voto el

trabajo desarrollado por cada uno de los dos grupos en el debate. Esta votación se realiza mediante una Encuesta en el Aula Virtual de la asignatura, y se hace una vez finalizado el debate y el turno de preguntas posterior.

#### 4. RESULTADOS

A lo largo del curso 2022-23 se procedió a poner en práctica esta metodología en uno de los cursos en los que se imparte la asignatura. Del total de 72 estudiantes, inicialmente 40 decidieron voluntariamente por este tipo de evaluación; luego de una sesión informativa finalmente, y de forma dialogada y voluntaria, se redujo al número máximo de 32, divididos en grupos de 4 integrantes por grupo. Es decir, de un total de 18 grupos, 8 participaron de esta opción y el resto fueron el grupo de control.

Los resultados cuantitativos provisionales arrojan resultados positivos en la aplicación de esta técnica. En comparación con el grupo de control, los grupos evaluados mediante la técnica de debates tuvieron un nivel de seguimiento y cumplimiento de las actividades intermedias un 20% más alto que el grupo de control. Su nivel de asistencia fue mayor, en la medida que el 90% los grupos asistieron al 90% o más de las clases, frente a un 50% del grupo de control. El mayor nivel de asistencia se corresponde con una menor tasa de abandono, si bien sólo se disponen en este momento de los resultados del grupo de análisis, su tasa de abandono fue del 0%.

En gran medida, la reducción de la tasa de abandono implica mantener la atención y el interés del alumnado por los contenidos que se imparten en la clase más allá de la obligatoriedad de asistencia. En este sentido, el que los grupos de análisis hayan opinado que la experiencia les ha parecido positiva, y ha despertado el interés por la asignatura más allá de los contenidos obligatorios en un porcentaje un 32% superior al del grupo de control, resulta una valoración extremadamente positiva sobre el uso de esta técnica. Finalmente, los resultados parciales sobre el rendimiento de las calificaciones y la calidad de las entregas realizadas arrojan resultados muy claros: los alumnos que han optado por esta

técnica han obtenido un rendimiento medio un 27% superior al del resto de estudiantes. La Figura 2 resume gráficamente el conjunto de estos resultados.

**FIGURA 2.** Tabla descriptiva de los resultados comparativos entre grupos

Resultados	
<b>Realización de las actividades</b>	<b>Alta</b>
Asistencia	↑
Ratio de abandono	↓
Interés del alumnado	↑
<b>Valoración del alumnado</b>	<b>Positiva</b>
Rendimiento medio	↑↑↑

Fuente: Elaboración Propia

En definitiva, puede afirmarse que esta metodología incentiva una de las competencias críticas para el estudiantado. A través de una dinámica reglada pero flexible, los resultados muestran que los debates incentivan y mejoran tanto el pensamiento crítico como la capacidad reflexiva.

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A lo largo del último año, la explosión de los grandes modelos de lenguaje conversacionales como Chat-GPT ha supuesto un sisma para las formas clásicas de enseñanza y aprendizaje. El uso masivo de esta herramienta tiene el potencial de convertir en obsoletas muchas de las técnicas de evaluación, tales como la realización de trabajos o memorias que persigan reflejar los contenidos adquiridos en una asignatura. En

ciertos momentos, parece que la alternativa más viable es la vuelta a las técnicas clásicas del examen a final de curso escrito en papel. No obstante, los Grandes Modelos de Lenguaje (al menos en el momento de escribir este trabajo) no muestran soltura ni eficiencia a la hora de establecer un desarrollo argumental y crítico sostenido. Más bien tienden a “alucinar” (es decir, generar texto que no tiene sentido) llegado un determinado punto. A través de la técnica de debate, se puede presentar al alumnado ante un caso que lleva a este tipo de asistentes más allá de sus posibilidades. De esta manera, fuerza al alumnado a cuestionar críticamente los resultados de los asistentes, y para ello deben recurrir a los textos, las lecturas y su propio razonamiento crítico. Así, aprenden también a integrar este tipo de herramientas de forma crítica, con el fin de potenciar sus capacidades argumentales. De hecho, uno de los resultados inesperados fue la constatación de los estudiantes del límite que tenían estos modelos a la hora de ofrecer resultados solventes para sus trabajos.

Evidentemente, no se trata de una técnica infalible, ni que pueda aplicarse eficientemente con grandes grupos de estudiantes. Más aún, una de las críticas que puede hacerse es que el éxito de esta técnica dentro de grupos grandes puede deberse a que las personas que participan en estas dinámicas ya están previamente incentivadas e interesadas por participar más activamente en la asignatura que el resto de alumnado. En este aspecto queda trabajo por evaluar y explorar; pero sea cierto o no, no hay duda de que esta técnica resulta efectiva para continuar incentivando al alumnado, lo esté previamente o no.

## 6. REFERENCIAS

- Ahern, A., Dominguez, C., McNally, C., O’Sullivan, J. J., & Pedrosa, D. (2019). A literature review of critical thinking in engineering education. *Studies in Higher Education*, 44(5), 816-828.  
<https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1586325>
- Anguera de Sojo Hernández, Á., Liz López, H., Torregrosa López, F. J., & Villar Rodríguez, G. (2022). El aprendizaje servicio en las enseñanzas técnicas: Experiencias de éxito. Nuevos enfoques en innovación educativa y transferencia de conocimiento: aplicación en ingenierías y enseñanza STEM, 2022, ISBN 978-84-1122-490-1, págs. 170-192, 170-192.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8774636>

- Cárdenas Sierra, Y. R., & Muñoz Restrepo, D. A. (2014). Educación matemática crítica y análisis didáctico: Una propuesta de construcción de saberes matemáticos en contextos de conflicto social en la Institución [MasterThesis, Universidad de Medellín].  
<https://repository.udem.edu.co/handle/11407/302>
- Dominguez, C., Cruz, G., & Cerveira, A. (2022). Using Socially Relevant Projects to Develop Engineering Students' Project Management, Critical Thinking, Teamwork, and Empathy Skills: The UTAD-REFOOD Experience. En A. Reis, J. Barroso, P. Martins, A. Jimoyiannis, R. Y.-M. Huang, & R. Henriques (Eds.), *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education* (pp. 294-315). Springer Nature Switzerland.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-031-22918-3\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-031-22918-3_23)
- Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P., & Rock, D. (2023). GPTs are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models (arXiv:2303.10130). arXiv.  
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.10130>
- Ferrari, A., Cachia, R., & Punie, Y. (2009). Innovation and creativity in education and training in the EU member states: Fostering creative learning and supporting innovative teaching. JRC Technical Note, 52374, 64.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Glaser, E. M. (1942). An experiment in development of critical thinking. *Teachers College Record*, 43(5), 1-18.
- Martín, A., & Valero Redondo, M. (2022). InVes: Mejora en la calidad docente y contenidos docentes mediante investigación continua aplicada. *Nuevos enfoques en innovación educativa y transferencia de conocimiento: aplicación en ingenierías y enseñanza STEM, 2022*, ISBN 978-84-1122-490-1, págs. 21-34, 21-34.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8774635>
- Murillo, A. (2017, octubre 3). ¿Qué es innovación educativa? *Observatorio / Instituto para el Futuro de la Educación*. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/innovacion-educativa/>
- Pérez, D. M. T., & Mondragón, N. G. (2023). *Habilidades directivas en ingeniería*. Marcombo.
- Torregrosa, J., D'Antonio Maceiras, S. A., Fernández-Aller, C., & Panizo, Á. (2022). La enseñanza de los Objetivos del Desarrollo Sostenible en grados de Informática. *Nuevos enfoques en innovación educativa y transferencia de conocimiento: aplicación en ingenierías y enseñanza STEM, 2022*, ISBN 978-84-1122-490-1, págs. 444-463, 444-463.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8776898>

# ESTIMACIÓN DEL BENEFICIO ECONÓMICO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN MEDIANTE LA CODIFICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN R

---

MARY LUZ MOURONTE LÓPEZ  
*Universidad Francisco de Vitoria*

## 1. INTRODUCCIÓN

Este documento describe una experiencia docente prevista en el marco de la asignatura “Sistemas de Información en la Empresa”, la cual se imparte en cuarto Curso del Grado en Ingeniería Informática en la Universidad Francisco de Vitoria (Plan 2018).

El propósito de la experiencia propuesta es que los alumnos/as aprendan a evaluar a través del Método de Montecarlo, implementado en lenguaje R, el beneficio económico (utilidad) que podría obtenerse de un proyecto de construcción de Sistemas de Información, como pueden ser los Enterprise Resource Planning (ERP), Customer Relation Management (CRM) o Supply Chain Management (SCM).

Debe notarse que, los alumnos/as del Grado de Ingeniería Informática aprenden a programar en lenguaje R en el ámbito de la asignatura de Estadística, la cual se ubica en tercer curso. En dicha asignatura, el alumno/a lleva a cabo cálculo de probabilidades, computa distribuciones estadísticas, calcula parámetros básicos de una población (media, varianza, etc.) y aprende a llevar a cabo contrastes de hipótesis (UFV, 2023b).

En lo que se refiere a la simulación de escenarios de beneficios, éstos se realizan de modo frecuente en las compañías. Una de las herramientas más empleadas para llevarlos a cabo es el Método de Montecarlo. Este mecanismo también se usa para evaluar el riesgo existente en proyectos



de diverso tipo, algunos de ellos son los indicados por (Elías, 2014), (Ramos y Espinoza, 2019), entre otros.

En la literatura existente, pueden encontrarse varios trabajos que describen la implementación del Método de Montecarlo en Excel (Azofeifa, 2004), (Salazar y Alzate, 2018).

En nuestra experiencia, usamos distribuciones estadísticas similares a las empleadas en (Azofeifa, 2004). pero las distribuciones son implementadas en el lenguaje de programación R. Adicionalmente, aplicamos el Método de Montecarlo al cálculo de la utilidad que puede ser obtenida por una compañía dedicada a la fabricación de Sistemas de Información Empresariales.

Adicionalmente, una vez, que los alumnos/as hayan codificado el Método de Montecarlo en R, tendrán la oportunidad de disfrutar de una conferencia impartida por un experto empresarial, que exponga una aplicación real del mismo.

## 1.1. ASIGNATURA SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LA EMPRESA

La asignatura Sistemas de Información en la Empresa, como se ha indicado, se ubica en cuarto curso del Grado en Ingeniería Informática, y contempla 3 ECTS (European Credit Transfer System). Cada semana lectiva, el tiempo dedicado a clase son 100 minutos, los cuales son distribuidos en dos sesiones de 50 minutos. Adicionalmente, los alumnos/as y el docente cuentan con dos períodos de descanso de 10 minutos cada uno. De modo habitual, la asignatura es cursada por aproximadamente treinta alumnos/as.

En la asignatura se pretende dar a conocer al alumno/a las principales actividades que intervienen en el ciclo de vida de los Sistemas de Información en una empresa. En los contenidos se persigue que el alumno/a conozca la definición, el diseño, la implantación la integración y los servicios relacionados con los Sistemas de Información. Además del contexto en que estos sistemas operan (UFV, 2023a).

Los contenidos de la asignatura comprenden las siguientes unidades:

- *Unidad I:* Gestión de Tecnologías de la Información. En esta unidad se proporciona al estudiante una visión general de la gestión de servicios en el mundo actual, así como unos fundamentos básicos sobre ITIL 4 (Information Technology Infrastructure Library) (UFV, 2023a).
- *Unidad II:* Fundamentos de los Sistemas de Información. En esta unidad se suministran al alumno/a conocimientos básicos sobre Sistemas de Información. Específicamente se considera que la empresa actúa como un sistema constituido por una estructura de decisión, una actividad transformadora u operante, y un conjunto de datos que le son útiles (UFV, 2023a).
- *Unidad III:* Enterprise Resourcing Planning (ERP). En esta unidad se describen en detalle las características de los sistemas ERP. También los mecanismos y métodos que deben ser considerados en su implantación, así como aquellos factores que deben cuidarse especialmente para que el despliegue sea exitoso (UFV, 2023a).
- *Unidad IV:* Customer Relationship Management (CRM). En esta unidad se tratan los mismos aspectos que en la Unidad III pero referidos a los sistemas CRM (UFV, 2023a).
- *Unidad V:* Otros Sistemas de Información: Supply Chain Management (SCM), Operation Support Systems (OSS), entre otros (UFV, 2023a). En esta unidad se tratan otros Sistemas de Información, que dependiendo de la naturaleza de la empresa pueden asistir en la misma.
- *Unidad VIII:* Gestión del riesgo. Comprende: el control del riesgo de implementación e implantación; diseño del plan de gestión de riesgos, identificación de riesgos, así como análisis cualitativo y cualitativo de riesgos (UFV, 2023a).
- *Unidad VI:* Diagnósticos. En esta unidad se explican los diferentes tipos de diagnóstico que pueden realizarse en una empresa (UFV, 2023a).

- Unidad VII: Plan de sistemas. En esta unidad se detallan los fines del plan de sistemas, los intervinientes en su construcción, su estructura y su proceso de desarrollo, incluyendo etapas, actividades y tareas (UFV, 2023a).

Según se indica en su Guía Docente de la asignatura Sistemas de Información en la Empresa (UFV, 2023a), los objetivos que se pretenden alcanzar en relación al aprendizaje por parte del alumno/a son:

1. “Conocer los sistemas de Información en base a casos de éxito, aplicando los conocimientos técnicos adquiridos en materias de cursos anteriores. En la asignatura se entrena la capacidad crítica del alumno/a, en base a la sinergia de conocimientos y relaciones relativas a los Sistemas de Información, en el mundo real de negocio.” (UFV, 2023a)
2. “Vincular los procesos de información y gestión empresarial con las infraestructuras Información y Telecomunicación (IT) y las aplicaciones informáticas de forma que el alumno/a conozca y aprenda a estimar la relevancia de los Sistemas de Información en la gestión del negocio. En particular, se estudiarán algunos de los Sistemas de Información empresariales utilizados en las compañías actuales.” (UFV, 2023a)
3. “Conocer la complejidad técnica y organizativa asociada a la implantación de sistemas de información orientados a procesos, en los que se compaginan requisitos de distintas áreas organizativas y de diferentes niveles de toma de decisiones.” (UFV, 2023a)
4. “Abordar las peculiaridades del ciclo de desarrollo de soluciones comerciales basadas en la posibilidad de parametrización o de adaptación a las necesidades de negocio de las empresas.” (UFV, 2023a)

Como se explica en la Guía Docente de la asignatura, entre las competencias a adquirir en ella se encuentran:

- I. Competencia General. “Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad.

Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión” (UFV, 2023a).

- II. Competencia específica. “Capacidad de integrar soluciones de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y procesos empresariales para satisfacer las necesidades de información de las organizaciones, permitiéndoles alcanzar sus objetivos de forma efectiva y eficiente, dándoles así ventajas competitivas” (UFV, 2023a).

Al logro de estas dos competencias, se pretende contribuir con la experiencia docente aquí descrita.

Del mismo modo, como se menciona en la Guía Docente de la Asignatura, entre los cuatro resultados de aprendizaje, que se pretende que los alumnos/as adquieran, se encuentra, el de:

“Estudiar la situación actual y las necesidades de la empresa, así como analizar e idear mejores medios para satisfacerlas, resolviendo problemas de conceptualización, planificación, diseño e implantación de Sistemas de Información, a partir de los requisitos de negocio.” (UFV, 2023a)

Resultado, al que también se busca contribuir la experiencia propuesta.

## 1.2. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN OBJETO DE LA EXPERIENCIA

A continuación, para el lector no familiarizado, se realiza una breve explicación de los Sistemas de Información que serán objeto de la experiencia:

- Customer Relation Management (CRM)

Suministran información para coordinar todos los procesos de negocio relativos a los clientes de una empresa en las áreas de ventas, marketing, y servicio al cliente. Estos sistemas tienen el fin de maximizar los ingresos, la satisfacción y la retención del cliente. Sus objetivos son: (i) optimizar las ventas identificando, interesando y conservando a los clientes más rentables (ii) Aportando el mejor servicio a los clientes (SIE, 2022).

- El CRM puede dividirse, a su vez, en un CRM operacional y un CRM analítico.

El CRM operacional comprende las herramientas que dan apoyo a los procesos clásicos de interacción con el cliente, como pueden ser la automatización de las ventas, el marketing, y el servicio al cliente (SIE, 2022). El CRM analítico, por su parte, hace referencia a aquellas utilidades que posibilitan el análisis de la información procedente del CRM Operacional y/o de otras fuentes de información que hacen posible complementar la información (SIE, 2022). No todos los CRM cuentan con un CRM analítico.

- Enterprise Resources Planning (ERP)

Son Sistemas de Información integrales que posibilitan la ejecución y la automatización de los procesos de negocio de una empresa. Tienen como características principales permitir la integración de la información y gozar de una gran globalidad (SIE, 2022). Estos sistemas satisfacen las necesidades de información de todas las áreas de la compañía, así como de los diversos niveles de decisión (SIE, 2022).

- Los ERP permiten relacionar las funciones principales de una compañía como son: la gestión de recursos humanos, la contabilidad y el control, la gestión de la fabricación/producción, el control de proyectos, ventas y distribución, gestión de calidad (SIE, 2022).

Permiten estandarizar los modos de trabajo en las compañías, empleando procedimientos estándar.

- Supply Chain Management (SCM)

Estos sistemas comprenden todas las aplicaciones y herramientas que hacen posible automatizar y gestionar los datos relativos a las actividades de la cadena de suministro (SIE, 2022). En particular, mejoran o hacen más eficientes los procesos de los que forman parte.

Estos sistemas llevan a cabo las siguientes funciones (SIE, 2022):

- Decidir el momento en el cual producir, así como qué fabricar, almacenar y transportar.
- Conocer los pedidos rápidamente, y efectuar su seguimiento.
- Chequear los niveles de inventario.
- Tener en cuenta la demanda, en la planificación de la fabricación.
- Efectuar el seguimiento de los envíos.
- Operations Support Systems (OSS)

Estos sistemas son utilizados por los operadores de telecomunicación para llevar a cabo la gestión de sus redes. De modo general, los OSS se componen de los siguientes elementos:

- Un motor de flujo de trabajo, el cual gestiona el movimiento de información entre los componentes del OSS, los técnicos que operan, y otros sistemas (SIE, 2022).
- Un bloque de gestión de órdenes/peticiones, el cual hace posible la recopilación de la información necesaria para suministrar el servicio. También posibilita la supervisión del estado de las órdenes y peticiones de los usuarios (SIE, 2022).
- Un módulo de gestión de inventario, el cual almacena toda la información referente a la instalación, y equipamiento disponible en la red (SIE, 2022).
- Un bloque de provisión, el cual ejecuta las acciones que se requieren para suministrar servicios a los usuarios existentes, así como para efectuar el registro de otros nuevos y proporcionarles servicio (SIE, 2022).
- Un módulo de activación y gestión de elementos de red, el cual permite la activación del servicio en la red, bien de modo manual o automático.

Debe tenerse en cuenta que, cuando un Sistema de Información es implantado en una empresa, los procesos de negocio, las herramientas y las

tecnologías de información y comunicación que se emplean deben ser revisadas. Al mismo tiempo, el presupuesto disponible, así como el beneficio que se espera conseguir con su implementación deberán ser también considerados.

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos de la experiencia docente descrita en este documento son:

- Estimar el beneficio económico de un proyecto de construcción de un Sistema de Información utilizando para ello el Método de Montecarlo implementado en R.
- Contribuir a que el alumno/a sea capaz de cubrir las competencias y resultados de aprendizaje indicados en el apartado 1.1.

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. ANTECEDENTES METODOLÓGICOS

Como se ha indicado, en la experiencia aquí descrita, se pretende que el alumno/a aprenda a calcular el beneficio obtenido por una empresa dedicada a la construcción de Sistemas de Información. Esto se efectuará utilizando el Método de Montecarlo.

En el marco de un proyecto, el Método de Montecarlo, emplea un modelo que transforma las incertidumbres existentes a su impacto potencial sobre los objetivos previstos (SIE, 2022). En el caso que nos ocupa, se asignan distribuciones de probabilidad a los diferentes tipos de costes que pueden presentarse durante la construcción de los Sistemas de Información (componentes, mano de obra, etc.), así como a la demanda existente.

### 3.2. RECURSOS NECESARIOS

Para llevar a cabo la experiencia, cada uno de los alumnos/as deberán disponer de un conjunto de recursos, los cuales son los siguientes:

1. Un ordenador, el cual debe tener las siguientes características (mínimas):
  - Procesador tipo Intel core i5
  - Memoria RAM de 8 GB
  - Disco Duro 500 GB
2. El ordenador deberá tener instalado el sistema operativo Windows 11.
3. Para llevar a cabo la implementación en R, el alumno/a deberá instalar RStudio, el cual es un entorno de desarrollo integrado para programar en R. También deberá llevar a cabo la instalación de la versión 4.2.3 de R.
4. El estudiante deberá disponer del enunciado del caso. Este enunciado se subirá a CANVAS que es la plataforma LMS (Learning Management System) utilizada en la Universidad Francisco de Vitoria.

CANVAS dispone de muchas herramientas que facilitan el aprendizaje: como crear contenidos con rapidez, foros, espacios de entrega, creación de rúbricas de evaluación, entre otras funcionalidades.

### 3.3. DESCRIPCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL CASO

El caso que se construirá en el aula es el de un supuesto anual. La implementación práctica ocupará la primera sesión de la clase y durará 50 minutos.

En el ejercicio que se llevará a cabo se contemplan tanto costes fijos como variables. Los costes fijos son: Costes administrativos, Costes de publicidad/promoción. Los costes variables son: Costes de mano de obra directa y Costes de componentes, ambos por unidad.

Las simulaciones se realizarán utilizando programas codificados en R, que serán realizados por los alumnos/as en clase, siguiendo las instrucciones suministradas por el docente. En particular, se construirán histogramas, distribuciones de probabilidad acumulada, además de otros tipos de gráficos que permitirán una representación útil de resultados



referentes al beneficio (utilidad). También, referidos a esta variable, se calcularán algunos parámetros estadísticos como pueden ser la media, la desviación estándar, la mediana, los máximos y mínimos.

En cuanto al número de simulaciones que se ejecutarán, éstas se fijan inicialmente en el programa a un valor de 10000, aunque puede modificarse a voluntad por el usuario.

Codificación en R:

```
NUMERO_SIMULACIONES<-10000
```

Similarmente a (Azofeifa, 2004), se calculará la Utilidad, la cual es definida como:

$$Utilidad = (Precio\ de\ venta - Costes\ de\ mano\ de\ obra - Costes\ de\ componentes) * Demanda -$$
$$Costes\ administrativos - Costes\ de\ publicidad$$

En la fórmula anterior, el *Precio de venta*, los *Costes de mano de obra* y los *Costes de componentes*, son por unidad producida.

Inicialmente, el programa toma los siguientes valores:

$$Precio\ de\ venta = 51000\ €$$

Codificación en R:

```
PRECIO_VENTA <-51000
```

Costes fijos:

$$Costes\ administrativos = 2000\ €$$
$$Costes\ de\ publicidad = 5000\ €$$

Codificación en R:

```
COSTES_ADMINISTRATIVOS<-2000
```

```
COSTES_DE_PUBLICIDAD<-5000
```

Las características de cada uno de los tipos de costes variables se detallan a continuación:

- Costes de mano de obra directa por unidad.

Similarmente a (Azofeifa, 2004), este tipo de costes se describen por una función de probabilidad discreta, la cual podrá tener diferentes valores con distintas probabilidades. El alumno/a, podrá cambiar estos datos en el programa, pero

inicialmente esta información es la siguiente (entre paréntesis se indica la probabilidad):

10000 € (con probabilidad 0.1)

13000 € (con probabilidad 0.3)

16000 € (con probabilidad 0.3)

19000 € (con probabilidad 0.2)

22000 € (con probabilidad 0.1)

La codificación en R es:

```
CosteMOD<-sample (x=c(10000,13000,16000,19000,22000),
size=NUMERO_SIMULACIONES,          replace=TRUE,
prob=c(.1,.3,.3,.2,.1))
```

```
MIN_COSTE_MANO_DE_OBRA_DIRECTA<-10000
```

```
MAX_COSTE_MANO_DE_OBRA_DIRECTA<-22000
```

- Costes de componentes por unidad

Similarmente a (Azofeifa, 2004), esta clase de costes está determinada por una distribución de probabilidad uniforme, la cual se define a través de un valor mínimo y un valor máximo (Mínimo Coste de Componentes y Máximo Coste de Componentes).

La codificación en R es:

```
MIN_COSTE_COMPONENTES<-30000
```

```
MAX_COSTE_COMPONENTES<-35000
```

```
CosteComp<-runif(NUMERO_SIMULACIONES, min =
MIN_COSTE_COMPONENTES, max = MAX_COSTE_COMPO-
NENTES)
```

- Demanda, la cual según el diccionario de la Real Academia Española (RAE) se define como:

“Cuantía global de las compras de bienes y servicios realizados o previstos por una colectividad” (RAE, s.f.)

la cual, similarmente a (Azofeifa, 2004), se ha establecido que viene definida por una distribución gaussiana, caracterizada por: media y desviación estándar. Estos parámetros se definen como:

$$\text{Media} = (\text{Demanda Máxima} - \text{Demanda Mínima})/2$$

$$\text{Desviación Stándard} = \text{Media}/3$$

El alumno/a puede modificar el valor de estos datos en el programa, pero inicialmente, se han establecido los siguientes:

Demanda Máxima = 800 unidades

Demanda Mínima = 200 unidades

La codificación en R es:

```
MAX_DEMANDA<-800
```

```
MIN_DEMANDA<-200
```

```
mn <- ( MAX_DEMANDA- MIN_DEMANDA)/2
```

```
Demanda <- rnorm(NUMERO_SIMULACIONES, mean = mn, sd = mn/3)
```

Se establecen, igualmente, un escenario pesimista, optimista y base (sin considerar distribuciones estadísticas). La codificación en R es:

```
EscenarioPesimista<-(PRECIO_VENTA-
MAX_COSTE_MANO_DE_OBRA_DIRECTA
```

```
-MAX_COSTE_COMPONENTES)*MIN_DEMANDA-COS-
TES_ADMINISTRATIVOS-COSTES_DE_PUBLICIDAD
```

```
EscenarioOptimista<-(PRECIO_VENTA-
MIN_COSTE_MANO_DE_OBRA_DIRECTA
```

```
-MIN_COSTE_COMPONENTES)*MAX_DEMANDA-COS-
TES_ADMINISTRATIVOS-COSTES_DE_PUBLICIDAD
```

```
EscenarioBase<-(PRECIO_VENTA-COSTE_MANO_DE_OBRA_DI-
RECTA
```

```
-COSTE_COMPONENTES)*DEMANDA-COSTES_ADMINIS-
TRATIVOS-COSTES_DE_PUBLICIDAD
```

### 3.4. CASO REAL EMPRESARIAL

Como complemento a lo anterior, en los 50 minutos correspondientes a la segunda sesión de la clase, un experto empresarial, explicará un caso real de aplicación del Método de Montecarlo.

### 3.5. CUESTIONARIO FINAL Y REUNIONES INDIVIDUALES

Tras la experiencia realizada, los alumnos/as rellenarán un cuestionario en la plataforma CANVAS, lo cual les permitirá evaluar la experiencia realizada:

Las preguntas que deben ser respondidas son:

Pregunta 1. ¿Antes de la experiencia, crees que sabrías como implementar el Método de Montecarlo en R?

Respuesta 1. Si/No.

Pregunta 2. ¿La experiencia te ha servido para tener una visión más clara del Método de Montecarlo, y su aplicación, en particular al caso de los Sistemas de Información?

Respuesta 2. Si/No.

Pregunta 3. ¿Mejorarías algo de la experiencia?

Respuesta 3. Si la respuesta es Sí. Indica qué.

Las encuestas de evaluación de la experiencia serán examinadas por el docente con el fin de mejorar la experiencia en futuros cursos académicos.

Adicionalmente al cuestionario previamente indicado, se seleccionará un 25% de los alumnos/as de manera aleatoria, y se comentará con ellos individualmente la experiencia realizada. Esto permitirá conocer de primera mano, que les ha aportado la misma.

## 4. RESULTADOS

Conforme a la metodología indicada en el apartado anterior se han obtenido los resultados siguientes.

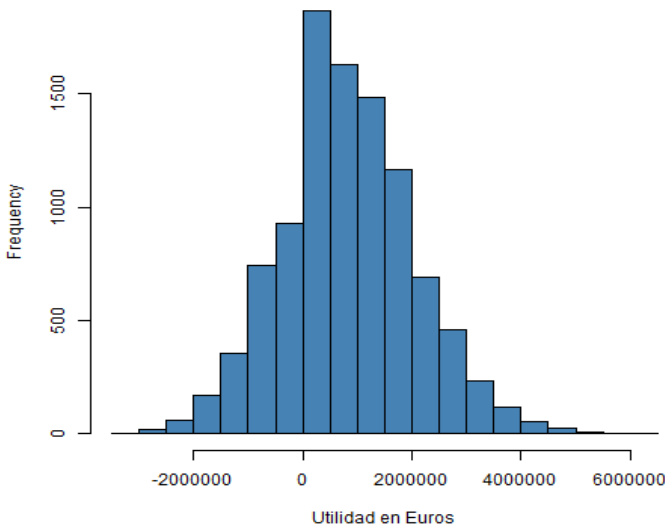
Cálculo de escenarios (sin simulación)

- Utilidad Escenario pesimista. 793000 euros
- Utilidad Escenario optimista. 8793000 euros
- Utilidad Escenario base. 19743000 euros

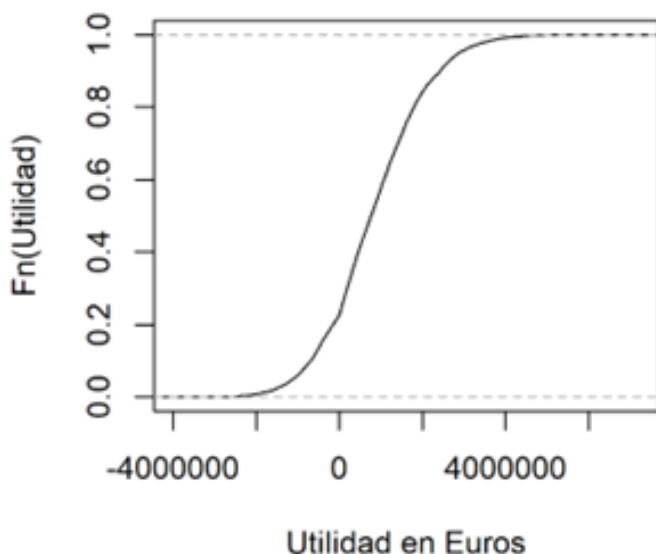
Para una ejecución de mil simulaciones señalados y los datos de entrada indicados.

- Utilidad Media: 821756.2 euros
- Desviación Standard Utilidad: 1217387 euros
- Utilidad Mediana: 762338.3 euros
- Utilidad Máxima: 6460791 euros
- Utilidad Mínima: -3228109 euros

**FIGURA 1.** Histograma para un Ejemplo de 10000 simulaciones



**FIGURA 2.** Distribución de probabilidad acumulada para un Ejemplo de 10000 simulaciones



## 5. DISCUSIÓN

Esta experiencia permite que los alumnos/as de la asignatura Sistemas de Información en la Empresa, realicen una simulación práctica del Método de Montecarlo, utilizando un lenguaje de programación que le es conocido.

La experiencia es novedosa, pues, aunque se efectúa en el marco de una asignatura en cuyo temario no se contempla adquirir conocimientos sobre programación, se unen contenidos teóricos propios del temario de la asignatura, con un lenguaje de programación que han aprendido en otras asignaturas de la carrera.

En esta experiencia se usan las Tecnologías de Información y Comunicación, las cuales han sido ampliamente utilizadas como instrumentos para llevar a cabo experiencias docentes en el aula (Hernández et al., 2011). Las TIC ofrecen, muchas ventajas para facilitar el aprendizaje alientan la curiosidad y la creatividad del alumno/a, a la vez que

permiten al docente realizar una gran variedad de actividades en el aula (Coronel et al., 2021). Sin embargo, el uso de las TIC en la docencia puede implicar diversas desventajas, entre ellas, que los profesores dependen del funcionamiento correcto de las tecnologías, y, por tanto, puede que el desarrollo de la clase se vea comprometido en caso de que aparezcan problemas técnicos (Díaz, 2013).

En particular, en la experiencia docente que se explica en este documento, se emplean varias estrategias de aprendizaje, las cuales son señaladas en ciertas investigaciones educativas (Ventura Educación, s. f.), como mecanismos eficientes para lograr aumentar la motivación del alumnado. Estas son:

- Estrategia de modificación de estímulos. Las nuevas tecnologías ofrecen enormes posibilidades para que el docente cambie las actividades y los entornos de aprendizaje (prácticas, ejercicios, etc.) (Ventura Educación, s. f.).
- Promover la práctica independiente. Cuando los alumnos/as se sienten independientes, se motivan para alcanzar los objetivos planteados (Ventura Educación, s. f.).

También se logra aumentar el interés en el aprendizaje por parte del alumno/a, sacando partido de su necesidad de sentirse capaz e impulsado hacia la consecución de objetivos, como apunta (Hernández, 2005).

La experiencia explicada aquí, tal como se ha indicado, cuenta también con la impartición de una conferencia por parte de un profesional experto del sector de la informática, lo que permite acercar al alumno/a a un entorno profesional real, a fin de que puedan llevar a cabo el desarrollo de sus habilidades.

Como es sabido, el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), expone la necesidad de que el modelo educativo se relacione con la práctica profesional (European Commission. Directorate-General for Education and Culture, 1980). Lo anterior, a nuestro juicio, es especialmente importante, durante los últimos cursos de carrera.

## 6. CONCLUSIONES

La experiencia explicada en este documento pretende que los alumnos/as conozcan una aplicación del Método de Montecarlo en el ámbito de los Sistemas de Información. Lo anterior se realiza utilizando medios que resultan especialmente familiares a los alumnos/as de un Grado en Ingeniería Informática, como es la programación en R. Circunstancia que puede resultarle especialmente motivadora para la adquisición de conocimientos.

La experiencia también supone para los/las estudiantes una oportunidad de resolver un caso práctico empresarial. El alumno/a aplica conjuntamente los conocimientos obtenidos en el ámbito de la asignatura Sistemas de Información en la Empresa, con otros que ya han sido asimilados por el/ella en el contexto de otra asignatura. Al mismo tiempo, la experiencia pone en contacto a los alumnos/as con el entorno profesional en el que deberá estar inmerso en el corto plazo.

Los trabajos futuros que podrían realizarse como continuación de esta experiencia, implican la utilización de la programación en R como complemento a otros contenidos de la asignatura. Algunas de las posibilidades que podrían abordarse son:

- Construcción de árboles de decisión, que ayuden a tomar decisiones económicas sobre proyectos de implantación de Sistemas de Información,
- Codificación de métodos/mecanismos, que, basándose en ciertos parámetros, resulten útiles para la selección adecuada de proveedores de Sistemas de Información (por ejemplo, el algoritmo Analytic Hierarchy Process (AHP)). Los parámetros candidatos a ser utilizados podrían ser, entre otros:
  - Modularidad exhibida por la solución.
  - Reputación/posición del proveedor.
  - Posibilidades de configuración ofrecidas por la solución.
  - Nivel de estandarización permitido en los procesos de negocio empresariales.
  - Posibilidades de configuración ofrecidas por la solución.
  - Grado de usabilidad de la solución.



Adicionalmente, en futuros cursos académicos, se considerará la implementación de las mejoras que sean propuestas por los alumnos/as en los cuestionarios y reuniones individuales.

## 7. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente financiado por la Cátedra Telefónica de la Universidad Francisco de Vitoria.

## 8. REFERENCIAS

- Azofeifa, E.Z. (2004). Aplicación de la Simulación Monte Carlo en el cálculo del riesgo usando Excel. *Tecnología en Marcha*, 17, 97-109.
- Coronel, A., et al. (2021). Asumiendo las TIC en las prácticas pedagógicas. *Cambios y desafíos en los profesores*.  
<http://www.doi.org/10.47212/tendencias2021vol.xvi.17>.
- Díaz, D. (2013). TIC en Educación Superior Ventajas y desventajas. *R evista educación y tecnología*, 4, 44-50.
- Elias, Z. (2014). Análisis de riesgos en proyectos de inversión. *Pensamiento Crítico*. 11. 129. [10.15381/pc.v11i0.9014](https://doi.org/10.15381/pc.v11i0.9014).
- European Commission. Directorate-General for Education and Culture. (1980). Directorate-General for Education and Culture. Two decades of reform in higher education in Europe: 1980 onwards. *Eurydice Studies*. Brussels: Eurydice, 2000. Recuperado el 13 de mayo de 2023 de:  
<http://www.eurydice/Documents/ref20/en/FrameSet.htm>
- Hernández, A. (2005). La motivación en los estudiantes universitarios. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*. 5. [10.15517/aie.v5i2.9157](https://doi.org/10.15517/aie.v5i2.9157).
- Hernández Ortega, J. et al. (2011). *Experiencias Educativas en las Aulas del siglo XXI*. Fundación Telefónica – Ariel
- RAE (s. f.) Real Academia Española. *Diccionario de la Lengua Española*. Edición del Tricentenario. Actualización 2022. Recuperado el 13 de mayo de 2023 de: <https://dle.rae.es/demanda>.

- Salazar E. J. y Alzate W. A. (2018). Aplicación de la simulación Monte Carlo en la proyección del estado de resultados. Un estudio de caso. Application of the Monte Carlo simulation in the projection of statement of profit or loss. A case study. *Revista Espacios*, 39 (51). Recuperado el 13 de mayo de 2023 de: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n51/18395111.html>.
- Ramos, C. y Espinoza, P. (2019). Modelo de optimización con programación no lineal y simulación Monte Carlo de un proyecto industrial pesquero. *Selecciones Matemáticas*. 6. 248-263. 10.17268/sel.mat.2019.02.11.
- SIE (2022), Materiales Docentes de la Asignatura Sistemas de Información en la Empresa. Curso 2022-2023. Universidad Francisco de Vitoria.
- UFV (2023a). Guía Docente de la Asignatura Sistemas de información en la Empresa. Recuperado el 13 de mayo de 2023 de: [http://notas.ufv.es/documentos/gd/5644\\_p.pdf](http://notas.ufv.es/documentos/gd/5644_p.pdf).
- UFV (2023b). Guía Docente de la Asignatura Estadística. Recuperado el 13 de mayo de 2023 de: [http://notas.ufv.es/documentos/gd/5622\\_p.pdf](http://notas.ufv.es/documentos/gd/5622_p.pdf).
- Ventura Educación (s. f.) Estrategias y Actividades para Estimular la Motivación en el Alumnado. Recuperado el 13 de mayo de 2023 de: <https://vaventura.com/wp-content/uploads/2014/07/T1012017-Motivaci%C3%B3n.pdf>.

## ESTUDIO DE ACCIDENTES MARÍTIMOS BASADOS EN LA VIDA REAL: SEMINARIOS DE LA ASIGNATURA REGLAMENTOS Y SEÑALES DEL GRADO DE NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO.

---

NURIA SIERRA RUEDA  
*Universidad de Cádiz*

### 1. INTRODUCCIÓN

La asignatura de “REGLAMENTOS Y SEÑALES” se estudia en el Segundo Curso del Grado de Náuticas y Transporte Marítimo, este Grado pertenece a una de las ramas de Náuticas, hay tres ramas especializadas, es por ello que Náuticas está compuesta por tres grados: Grado de Náuticas y Transporte Marítimo, Grado de Marina y Grado en Radioelectrónica, estos tres grados se pueden estudiar en la Universidad de Cádiz en la Escuela de Ingenierías Marina, Náutica y Radioelectrónica. En esta escuela se forman a futuros profesionales marinos, los cuales, pertenecerán a la tripulación de un buque; en un buque nos encontraremos con el personal que compone todo el Departamento de Puente, Capitán y sus tres Oficiales de Puente (alumnos que han estudiado el Grado de Náutica y Transporte Marítimo y han realizado sus prácticas a bordo de un buque), son los que pilotan el buque, realizan las guardias de navegación en el puente de mando, es por ello que tienen que conocer a fondo esta asignatura, una de las más importantes del Grado.

Los alumnos adquieren sus competencias y desarrollan sus atribuciones a bordo, una de ellas son las Guardias de Navegación en el Puente de Mando de un Buque y así cumplir con el Convenio STCW. (1)

El “Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes en la mar” está dividido en siete partes, dentro de las cuales están repartidas las 41

Reglas que lo componen, a continuación, este Reglamento está dividido en cuatro Anexos que van a parte de las reglas anteriores.

Se ha de tener en cuenta cómo surge este “Reglamento”, el Convenio sobre el Reglamento internacional para prevenir los abordajes, 1972 (Reglamento de abordajes) su fecha de adopción: 20 de octubre de 1972; entrada en vigor: 15 de julio de 1977, el Convenio de 1972 tuvo por objeto actualizar y sustituir el Reglamento para prevenir los abordajes de 1960, el cual se había adoptado al mismo tiempo que el Convenio SOLAS, 1960. Una de las innovaciones más importantes del Reglamento de abordajes, 1972, fue la importancia que se confería a los dispositivos de separación del tráfico – la regla 10 proporciona orientación para determinar la velocidad de seguridad, el riesgo de abordaje y la conducta de los buques dentro o en la proximidad de los dispositivos de separación del tráfico.

El convenio ha sufrido una serie de enmiendas durante el transcurso de los años, las cuales todas han entrado en vigor:

- La primera enmienda del 19-11-81 (que entró en vigor el 01-06-83) modificó el convenio con el objeto de que los buques que realicen diversas operaciones de seguridad, tales como dragado o levantamientos hidrográficos, hagan esas funciones con dispositivos de separación de tráfico.
- La segunda enmienda es del 19-11-87 (entrando en vigor el 19-11-89) y afectó principalmente las reglas 1-e (extendiendo el ámbito de aplicación del convenio a los buques de construcción especial); 3-h (redefiniendo el concepto de buque “restringido por su calado”) y la regla 10-c (que redefine los dispositivos de separación del tráfico).

(1) Convenio STCW (Fecha de aprobación: 7 de julio de 1978; entrada en vigor: 28 de abril de 1984; Revisiones sustanciales en 1995 y 2010): El Convenio de formación de 1978 fue el primero en establecer prescripciones básicas relativas a la formación, titulación y guardia para la gente de mar a nivel internacional.

La tercera enmienda se realizó el 19-10-89 (vigente a partir del 19-04-91), en donde se modificó el convenio a los fines de eliminar el uso innecesario de la navegación costera.

- La cuarta enmienda, del 04-11-93, entró en vigor el 04-11-95, relativa, principalmente, a la ubicación de las luces.
- La quinta enmienda del 2001 y entró en vigor el 29-11-03.
- La sexta enmienda 29-11-07 y entró en vigor el 01-12-09.

Como he mencionado anteriormente, el Departamento de Puente está compuesto por Capitán y sus tres Oficiales, todo un buque está bajo la responsabilidad del Capitán, es la figura fundamental de a bordo y la que representa al buque en su totalidad. Un buque está compuesto principalmente por Dos Departamentos, el Departamento de Cubierta (que también se le conoce como Departamento de Puente) y el Departamento de Máquinas, que estará compuesto por el Jefe de Máquinas y sus tres Oficiales de Máquinas, son los alumnos que estudian el Grado de Marina. Hay un tercer Departamento, que es llamado Departamento de Cámara, este Departamento dependiendo de en el buque que naveguemos tendrá más personal o no, porque los buques de pasaje, como bien podrían ser los Cruceros, los Ferries, llevarán más personal en este Departamento para servir al pasaje que se encuentre a bordo en el momento del viaje. Sin embargo, un buque mercante que transporte exclusivamente mercancías, su Departamento de Cámara será de menor personal por no ser necesario a bordo, solo para los tripulantes del buque.

Llegan a Capitán los Oficiales de Cubierta con un tiempo de navegación obligatorio para ello y, a su vez, hayan cursado el Máster correspondiente para la obtención del título profesional, que en este caso es el Máster en Transporte Marítimo. Hecha esta pequeña aclaración, el Capitán delega en sus Oficiales sus Guardias de Navegación y las Descargas / Cargas del Buque cuando éste se encuentre en puerto, en este tema que nos ocupa en función de la asignatura “Reglamentos y Señales”, nos vamos a centrar en el buque único y exclusivamente cuando está navegando, para poder exponer con claridad el tema de la asignatura, ya que es el Reglamento que hay que llevar a cabo cuando estamos navegando, las normas a seguir todos los buques del mundo en la mar, es un Reglamento Internacional para prevenir los Abordajes en la Mar, también conocido como el R.I.P.A. (y COLREG).

El Capitán confía plenamente en sus Oficiales y da por hecho que ellos serán capaces de realizar sus guardias de navegación sin ningún tipo de inconveniente. Es cierto que ante cualquier duda, tanto en navegación como en cualquier otra circunstancia, siempre hay que llamar al Capitán, él siempre estará a disposición de sus Oficiales y de todo lo que tenga que ver con la integridad del buque.

Por la experiencia profesional adquirida durante 17 años dedicada a la mar, además de haber conseguido durante estos años el título profesional de Capitán de la Marina Mercante, es de suma importancia la asignatura que se imparte en este Grado, y por ello se realiza los estudios de casos prácticos para acercarlos lo máximo posible a la realidad. Son muchas las circunstancias vividas y muchas guardias de navegación, siempre les explico a ellos que no hay dos guardias iguales, todas conllevan su buen hacer y mantener la seguridad del buque, eso es lo que el Oficial al Mando jamás debe olvidar, todas las personas de a bordo dependen de las buenas decisiones marineras que tome el Oficial de Guardia, se confía plenamente en la persona que está al mando durante la navegación.

## 2. OBJETIVOS

Lo que se quiere conseguir con estos estudios de los Casos Reales de Accidentes Marítimos en las clases de seminarios de la asignatura de “Reglamentos y Señales” es que los alumnos trabajen dicha asignatura desde otro punto de vista, y a su vez, ir estudiando las Reglas que componen el Reglamento de una manera más amena, más práctica, y que ellos se sientan como miembros de la Comisión que estudia cada caso según el accidente, y que ellos evalúen que ha ocurrido y porqué se ha dado a lugar el siniestro, que Reglas han fallado por parte de los buques, y así llevarles a la práctica, en nuestra carrera profesional se debe ver la situación en concreto desde un punto de vista más práctico porque es en un barco donde nos vamos a encontrar en un futuro y es allí donde deberemos ejercer todo lo aprendido durante estos años universitarios y es allí donde les van a ser de gran utilidad la asignatura de “Reglamentos y Señales”, para cuando llegue la hora de que ellos se enfrenten como futuros marinos mercantes a sus guardias de navegación en el puente de

mando del buque en el que estén embarcados, se sientan seguros de sí mismos y, a su vez, con estos estudios toman conciencia de que, de no llevar a cabo el Reglamento en sus guardias, pueden provocar accidentes en la navegación.

Se pretende con estos estudios acercarlos a la realidad, que vean y entiendan la importancia del cumplimiento del Reglamento y que de no llevarlo a cabo, puede terminar su navegación en un siniestro por su mal hacer.

### 3. METODOLOGÍA

Tras haber elegido, personalmente, en la página del “Ministerio de Transportes, Movilidad y Agencia Urbana (Informes oficiales sobre accidentes marítimos) un “Accidente Marítimo” ocurrido hace años, se expone a los alumnos en nuestras clases, particularmente, en las de Seminarios, siempre les omito el informe final porque no me interesan que ellos vean las Reglas incumplidas que se exponen en él, así una vez realizada la lectura del informe, quiero que los alumnos lleguen a las mismas Reglas incumplidas que la Comisión ha expuesto en el final de sus informes. Una vez expuesto y leído el caso práctico que nos ocupe ese día en clase, ellos toman ese tiempo de dicha clase para realizar un estudio exhaustivo del Reglamento, basándonos en ese accidente y así comprobar que ocurrió en esos buques, en esas guardias de Puente para que se llegara a dar el accidente, el abordaje. Los alumnos realizarán un estudio sobre las Reglas que han fallado en dicho accidente marítimo expuesto, como si fueran miembros de la “Comisión Permanente de Investigación de Siniestros Marítimos”, buscan las causas de dicho accidente y saber que buque ha tenido mayor culpabilidad por haber incumplido el Reglamento. Cuando ocurren este tipo de siniestros, se realiza un estudio peritaje de todo lo manifestado en el accidente, y se analizan todos los pasos realizados para saber el porqué de esta colisión. Actualmente, en la caja negra de los buques queda todo grabado y así se podrá examinar todo lo ocurrido en los buques que hayan sufrido esa colisión. La norma principal en la que se basan es el “Reglamento”, para poder saber que reglas se incumplieron y por parte de que buque. Una vez transmitida toda esta información a los alumnos, pasamos a realizar el

estudio de la Colisión en nuestras clases de seminarios, con esta idea, lo que se pretende es acercarlos más a la realidad, porque los accidentes pueden darse, los accidentes existen si no se cumple a raja tabla el Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes. Quiero transmitirles la gran importancia de conocer dicho Reglamento para adquirir una gran seguridad cuando ellos sean futuros Pilotos de la Marina Mercante, y no tener un ápice de duda de cómo actuar según las circunstancias del momento, y para ello también me baso, obviamente en la profesionalidad adquirida después de haber estado navegando durante diecisiete años, son muchas las guardias de navegación vividas y todas ellas muy diferentes. Hay que tener en cuenta que no todos los buques maniobran igual, cada buque tiene su propia maniobrabilidad y esto el Piloto de Guardia debe saberlo, puede navegar en diferentes barcos y por ello, debe conocer como maniobra su buque, ya que a la hora de tener que realizar una maniobra para evitar un abordaje, debe saber cómo realiza dicha maniobra su buque, sobre todo conocer los tiempos, lo que tarda su buque en caer a una banda u a la otra, como gobierna nuestro buque, y saber con cuánto tiempo de antelación debe hacerlo. Todo cuenta para evitar el abordaje, todos los datos son importantes, todos los que nos sirvan para realizar una buena guardia de navegación y siempre mantenernos con seguridad en nuestro puesto de trabajo.

Volviendo a las formas de trabajar en clase los casos prácticos, podemos hacer el estudio bajo dos modalidades diferentes, la primera de forma colectiva, realizamos la lectura del caso práctico expuesto ese día, y hacemos entre todos un debate y vamos estudiando el caso y comentamos que ha fallado en esas navegaciones para que haya ocurrido el siniestro, siempre basándonos en el Reglamento, es primordial, como se ha comentado con anterioridad para un Piloto de la Marina Civil, cumplir lo que les dicta dicho Reglamento, así ellos se encuentran en situaciones reales y comprueban que de no llevarse a cabo pueden darse lugar los accidentes, en el que, aparte de haber pérdidas materiales, también pueden haber pérdidas personales, en el peor de los casos. Insisto que es fundamental la seguridad que el Piloto debe adquirir con sus conocimientos, tendrá bajo su responsabilidad la vida de todas las personas que se encuentren a bordo, y el gran valor económico que supone todo un



buque en lo material. Nunca hay que confiarse, la vigilancia es fundamental, como muy bien dice el Reglamento en su Regla número 5, y siempre tener una respuesta inmediata a la hora de encontrarnos en un peligro por alguna navegación no segura para nosotros. De este tema, se les informa reiteradamente de la importancia del Reglamento, y de estar siempre seguros en una guardia de Puente. La seguridad a la hora de actuar es fundamental, porque de ello, de esa acción va a depender todo, todo el buque está bajo nuestro mando, si se comete un pequeño error se puede dar el abordaje, es muy importante qué saber y por qué, sin poner en peligro a nuestro buque y a los buques que se encuentran a nuestro alrededor en esa determinada navegación. De ahí la importancia que he mencionado anteriormente en la que un Piloto debe conocer muy bien su buque, en cómo reacciona cuando maniobramos con él, y en qué momento exacto hay que realizar la maniobra sin que ello perjudique a nuestro propio buque en sí y a todos los buques que podemos tener en ese momento a nuestro alrededor. La formación del Piloto es fundamental a todos los niveles, un pequeño despiste, un pequeño error, puede ocasionar el siniestro, siempre hay que estar en vigilancia exhaustiva, y no permitir que nada interfiera en su trabajo y en su concentración plena en el buque. Se les transmite que el Puente de Mando es su lugar de trabajo y debe estar siempre adecuado a las circunstancias, no debe permitir el Piloto nunca que en el Puente de Mando haya personas ajenas a la guardia de navegación de ese momento porque puede suponer una distracción para la concentración de las personas que se encuentran en ese momento realizando su guardia de mar. En el Puente única y exclusivamente, personal de guardia, todo aquel tripulante ajeno a la guardia de navegación no debe perturbar la concentración del oficial al mando ni la de su compañero de guardia, que normalmente es un timonel, y en muchas ocasiones un alumno en prácticas. Siempre concentración y el personal correspondiente en el Puente de Mando.

Se prosigue con el estudio del caso práctico del momento, y se expone a continuación la segunda modalidad en la que realizamos el estudio, y es de forma individual, cada alumno realiza su análisis de lo ocurrido de manera escrita, realizan el estudio en clase sin compartir nada con el compañero, de manera individual, como si se enfrentaran a un examen,

una vez finalizado, podemos resolverlo de dos maneras o bien me lo hacen llegar para que los evalúe y podamos debatirlo juntos, o bien en la próxima clase, lo comentamos entre todos, hacemos de manera conjunta el debate y mostramos que reglas han fallado en esa colisión, finalmente yo les muestro que reglas expusieron los miembros que componen la Comisión que estudiaron ese siniestro marítimo en su día, y comprobamos las respuestas expuestas por ellos, si coinciden o incluso si hay alguna regla en la que ellos no están de acuerdo, si hay algún caso en el que ellos no lo interpreten de igual forma o que no lo entiendan, se les cita a modo de tutoría y lo hablamos de manera particular, en privado, siempre haciéndoles entender que ocurrió en el momento y porqué se exponen esas reglas, siempre estoy de acuerdo en exponerlo, y poner sobre la mesa todo lo que no se ve con claridad del caso en concreto, para que no quepa la menor duda de la actuación que se debe llegar a hacer para que el siniestro no exista, no se dé lugar a ello. Es importante su estudio, saber si encuentran el motivo del accidente, para cuando ellos lo vivan en su vida profesional no tenga la menor duda de cómo actuar y qué deben hacer llegado el momento. Si se cumple el “Reglamento” y llevamos a cabo las buenas prácticas marineras, no debe darse nunca la Colisión ni encontramos metido en una situación en la que nos sea difícil escapar. El Piloto debe anticiparse a todo, para que la ocasión no se dé y así siempre adquirirá seguridad en sus guardias sin ningún inconveniente.

Gracias a la experiencia profesional vivida durante diecisiete años en la mar, me he podido encontrar con guardias muy fáciles de llevar y otras no tanto, también es muy importante de mencionar en que zona estamos navegando con nuestro buque, hay ciertos lugares en los que nos encontramos mucho tráfico, no podemos bajar la guardia en ningún momento en las situaciones en las que nos encontramos rodeados de barcos y, a su vez, en zonas de menos espacio para realizar maniobras. Es lógico aquí mencionar el “Estrecho de Gibraltar”, considerado un Dispositivo de Separación de Tráfico, en el Reglamento hay una regla específica para este tipo de zonas, es la Regla 10 y lleva el mismo nombre antes mencionado. En este tipo de aguas hay que extremar la vigilancia, y hay que saber que barcos tengo a mi alrededor y que están haciendo, fijándome

siempre en sus derrotas, para anteponerme a cada situación y evitar que se nos dé una navegación complicada para que no quepa lugar a la colisión. Tan de suma importancia es, que en el Reglamento nos encontramos con una Regla en la que se habla exclusivamente de estas zonas de navegación, importante cumplirla siempre por su espacio reducido de mar y porque son zonas de mucho tráfico marítimo, es zona de paso de muchos buques que van y vienen a otros puertos del mundo.

Se explica a los alumnos, cuando se les comenta según los años de navegación en la profesión, que en situaciones con mucho tráfico y contar con poco espacio para maniobrar, puede darse más a lugar el encontrarnos en navegaciones difíciles. Sin embargo, en alta mar, estas situaciones son más fáciles de evitar, contamos con mucho espacio y con mucha antelación para realizar la maniobra correspondiente para que no tengamos ninguna posible colisión. Es cierto que todo influye, pero lo que le debe quedar claro al Piloto es que se debe cumplir siempre el Reglamento, estemos donde estemos navegando y llevemos el buque que llevemos.

Los alumnos, al realizar sus análisis, siempre deben exponer qué Reglas han fallado y el por qué, los criterios para elegir esa Regla y poder justificar el accidente marítimo que estamos estudiando. Hay Reglas que son comunes en todos los casos, son Reglas fundamentales, como he comentado anteriormente, la Regla 5: Vigilancia, además de ésta, la Regla 6: Velocidad de Seguridad, la Regla 7: “Riesgo de Abordaje” y la Regla 8: Maniobras para evitar un Abordaje. Estas cuatro reglas son esenciales para el Oficial de Puente en sus guardias de navegación. Las Reglas no tienen por qué fallar en su totalidad, hay casos en los que se incumple una parte de la Regla o varias partes de ella, ya que alguna Regla, en su mayoría, tienen varios apartados. Es importante observar en el caso de la Meteorología, que en el Reglamento hay una Regla para ello, y es la Regla 19 “Conducta de los Buques en condiciones de Visibilidad Reducida”. No se actúa de igual manera cuando tenemos visibilidad plena a cuando no la tenemos, se navega en otras circunstancias que los componentes de la Comisión tienen en cuenta. Este tipo de situaciones son más complejas y se hace conocedor de ello al Capitán, a su vez debemos mostrar nuestra existencia con ayuda de las señales

fónicas, otra Regla que se observa en los casos prácticos de si los buques lo cumplen en situaciones de niebla, de visibilidad reducida. En el Reglamento se hace mención de ella en la Regla 35 “Señales Acústicas en Visibilidad Reducida”. Son pasos a seguir importantes a la hora de realizar el estudio, no es necesario decirme la regla al completo, solo mencionarla en el párrafo que falla y porqué se expone que está fallando ahí concretamente. Todo se estudia en el Caso Práctico y así se les transmite a los alumnos en nuestras clases de Seminario.

Se les hace especial hincapié en estar siempre seguros en sus decisiones y en su buen hacer en sus navegaciones, la seguridad de que maniobra llevar a cabo según el momento de la guardia es fundamental para salvaguardar al buque y a las personas de a bordo, la duda no cabe en un Puente de Mando, siempre hay que actuar con seguridad y sabiendo lo que se hace sin ponernos en peligro nosotros mismos, ni los buques restantes que se encuentran en nuestro alrededor, un fallo, una duda es lo que nos puede llevar al desastre y a que ocurra un abordaje, eso siempre es lo que debe evitar el piloto.

#### 4. RESULTADOS

Hay una gran participación en clases por parte del alumnado los días que se ofrece el estudio de un caso práctico en nuestros seminarios, les gusta debatir y así dan sus puntos de vista y analizan ese caso en concreto, que ha podido llevar a los buques a que se produzca la colisión. Lo más importante de todo esto y es mi finalidad con estos análisis es que los alumnos comprueban que el desconocimiento del “Reglamento para prevenir los abordajes en la Mar”, pueden llevar a provocar graves accidentes. El conocimiento del Reglamento es primordial y de gran importancia para el tripulante que va a realizar Guardias de Navegación según dicta el Convenio SCTW (Convenio que establece unas normas mínimas sobre la formación, titulación y guardia para la gente de mar). Se comprueba, y esto como profesora de la asignatura, es un dato importante, es que son capaces de detectar las Reglas incumplidas, con ello, es de gran satisfacción constatar que están estudiando y entendiendo la asignatura, y, a su vez, les facilita el estudio para la realización de sus exámenes

finales, al estar los alumnos en continuo uso del Reglamento para sus análisis, la asignatura la tendrán muy estudiada a la hora de prepararse su prueba.

El resultado es positivo y muy satisfactorio para ellos por el conocimiento que van adquiriendo tras cada análisis de los casos.

## 5. CONCLUSIONES

Metodología: “Análisis de Accidentes Marítimos” para reforzar las competencias de aprendizaje asociadas a la asignatura “Reglamentos para Prevenir los Abordajes en la Mar” del Grado en Náutica y Transporte Marítimo. Mediante un estudio de los accidentes marítimos reales, basándonos en dicho Reglamento, con ello se consigue aumentar el interés y la motivación de los alumnos en la materia, desde un punto de vista práctico y acercándolos a las condiciones reales a las que tendrán que enfrentarse durante el desarrollo de su profesión. Al ser esta asignatura puramente teórica, se quiere aportar esta nueva manera de estudiar la asignatura, hacerla más amena y llevarla más a la realidad, haciendo este tipo de estudios (o análisis) de los accidentes ocurridos en la mar por una mala manifestación de los Pilotos en ese momento al mando de la Guardia de Puente ocurrido en años anteriores. Y siempre aprender de los fallos ocasionados para que dichos fallos no se vuelvan a dar en la realidad y mucho menos, en la vida profesional de cada uno de ellos. Se les indican que deben aprender de todo lo que se les aporte para su formación como futuros Oficiales de Cubierta.

Se insiste en que El REGLAMENTO INTERNACIONAL PARA PREVENIR LOS ABORDAJES (COLREG) 1972, se aplicará a todos los buques en alta mar y en todas las aguas que tengan comunicación con ella y sean navegables por los buques de navegación marítima. Es un reglamento hecho con el fin de evitar los siniestros en el mar.

El convenio COLREG es la materia por excelencia para evitar abordajes o colisiones en el mar.

## 6. REFERENCIAS.

Convenio STCW

<https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/04/12/269>.

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Informes Oficiales sobre Accidentes Marítimos.

<https://www.mitma.gob.es/marina-mercante/informes-oficiales-sobre-accidentes-maritimos/comision-permanente-de-investigacion-de-siniestros-maritimos>

Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes en la mar (R.I.P.A.)

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1977-15605>.

# POTENCIANDO LA OPERATIVIDAD DEL ANÁLISIS DE RIESGOS EN PROCESOS TRANSACCIONALES MEDIANTE FMEA

---

JORGE LUIS CHAVEZ-PEREZ

*Universidad Internacional Iberoamericana  
Instituto Politécnico Nacional*

JOSÉ ROBERTO CANTÚ-GONZÁLEZ

*Universidad Autónoma de Coahuila  
Universidad Internacional Iberoamericana*

## 1. INTRODUCCIÓN

La metodología FMEA (del inglés Failure Mode and Effects Analysis, comúnmente más conocido en el español como Análisis de Efectos y Modo de Fallas), como lo indica McDermott et al. (2017), es un método sistemático de identificación y prevención de problemas en procesos y productos antes de que estos ocurran.

El FMEA está enfocado a prevenir defectos, mejorar la seguridad e incrementar la satisfacción del cliente. Idealmente, FMEA es empleados en el diseño de productos o etapas en el desarrollo de procesos, aunque usar FMEA en productos o procesos existentes puede también producir beneficios sustanciales. El FMEA ha sido utilizada tanto en procesos industriales-automotrices (Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008), ya que hace énfasis en establecer los principios básicos y la implementación del FMEA en los procesos y como se integran dentro del ciclo del desarrollo de productos y procesos. Esto incluye la documentación de procesos y como su análisis puede ser aplicado para el mejoramiento del tiempo empleado de un producto o proceso en sus etapas de desarrollo iniciales y en el ciclo completo. También es empleado para la mitigación de riesgos potenciales en seguridad, mediante la guía de como el riesgo puede ser representado,

medido y priorizado para una efectiva mitigación del costo de los efectos de la falla. Lo anterior, enfocado a las aplicaciones existentes en la industria automotriz y sus proveedores.

Sin embargo, y en menor frecuencia aplicada en procesos transaccionales. Alegsa (2010) define que un sistema transaccional es un tipo de sistema de información diseñado para recolectar, almacenar, modificar y recuperar todo tipo de información que es generada por las transacciones en una organización. En este sentido, una transacción es un evento o proceso que genera o modifica la información que se encuentra eventualmente almacenada en un sistema de información. Para una organización, los sistemas transaccionales más comunes son aquellos relacionados a ventas, recursos humanos, finanzas, administración y mercadotecnia. Sin embargo, el FMEA no se ha considerado como una metodología para aplicarse en esta clase de procesos, por lo cual su aplicación representa una excelente oportunidad de innovación en cualquier organización de estas características, ya que los procesos transaccionales enfrentan el reto de facilitar su operación. Este tipo de procesos deben proporcionar datos confiables, amigables y que resuelvan el problema.

### 1.1. FUNDAMENTOS DE FMEA

Stamatis (2003) indica que el FMEA es una herramienta proactiva de gestión de riesgos para identificar los posibles modos de falla de un sistema, proceso, producto o servicio, analizando las causas y efectos de las fallas, y eliminando o reduciendo los más significativos proponiendo acciones de mitigación de riesgos. También se denomina como modo de fallas, efectos y análisis de criticidad (FMECA) cuando se trata de análisis de criticidad. Como lo indica You et al. (2022), el FMEA fue desarrollado originalmente como una herramienta de análisis de confiabilidad por el ejército de los EE. UU. en la década de 1940 y utilizado por la NASA en la década de 1960 para mejorar la seguridad y la calidad en sus proyectos. Liu et al. (2013) indica que Surgió como una metodología estructurada y de paso a paso para cuantificar el riesgo de modo de fallos, lo que permite a una organización establecer prioridades para implementar soluciones. FMEA es un proceso para identificar las fallas potenciales dentro de un sistema, analizando sus causas, efectos y



mecanismos de control actuales, y proponer un plan de reducción de riesgos para mejorar la seguridad y confiabilidad del sistema. Chin et al. (2009) explica que para ser efectiva, la evaluación del riesgo generalmente la lleva a cabo un grupo experto multi institucional integrado por especialistas con diferentes experiencias y habilidades.

Hoy en día, FMEA ha sido ampliamente adoptado por investigadores y profesionales en una variedad de industrias debido a su visibilidad, facilidad y utilidad en la mitigación de riesgos (Stamatis 2003; Liu 2016), siendo lo más relevante en la industria automotriz. El mejor ejemplo es con la automotriz Chrysler, que se encarga de implementar esta metodología para asegurar el control de calidad en sus procesos de producción.

## 1.2. PROBLEMÁTICA

Aún cuando FMEA se ha aplicado ampliamente en la industria automotriz, su uso en los procesos transaccionales no es tan común, entendiéndose como tal, aquel proceso donde las actividades inciden en distintas áreas estratégicas de la empresa. En este sentido, la metodología FMEA puede emplearse para encontrar las fallas en los procesos. Sin embargo, es importante considerar que esta metodología está basada principalmente en la participación de los miembros del equipo para evaluar y calificar el proceso o producto. En este punto del proceso, se debe garantizar que los participantes tengan el grado de conocimiento en el producto o servicio requerido para realizar una evaluación lo más acertada posible. Como lo menciona You et al. (2022), el peso de cada uno de los miembros del equipo puede afectar severamente el resultado del análisis.

Otro aspecto importante es que generalmente la herramienta empleada para realizar la captura de datos y su análisis es mediante una hoja de cálculo, la más común es Microsoft © EXCEL, en la cual se vacía la información generada y una vez capturada la información relacionada al análisis a realizar, generalmente mediante el uso del set de macros de este programa, se realizan los cálculos correspondientes y posteriormente se aplica la metodología para mostrar el resultado del análisis. Sin embargo, la cantidad de datos generada puede dificultar su visualización y manejo, lo que impacta directamente en el tiempo empleado para su interpretación.

En general, existe una operatividad deficiente de la metodología FMEA que se origina por inconsistencias durante su desarrollo. Estas inconsistencias están dadas por los posibles sesgos que pudieran generarse por la integración de equipos de trabajo por personal que no cumpla con los criterios requeridos o el nivel de experiencia acorde al análisis a realizar. De forma específica, no existe un enfoque sistémico para garantizar que el equipo de trabajo participante en el desarrollo del FMEA cuente con un perfil profesional apropiado a las necesidades del ejercicio. Generalmente, participa en el desarrollo del FMEA el personal que está involucrado en el proceso o producto y que cuenta con cierto grado de experiencia o profesionalismo. Sin embargo, no siempre es así y este aspecto puede impactar negativamente en los resultados obtenidos durante el desarrollo del FMEA. Otro aspecto que resaltar, son las anomalías asociadas a los perfiles profesionales de los participantes, lo que puede generar desviaciones al momento de aplicar la metodología FMEA.

Por otra parte, la herramienta que de forma común se emplea para la metodología FMEA es Microsoft© EXCEL, la cual puede propiciar que, durante su aplicación, el volumen de datos generado influya en el manejo y visualización de los datos y en la rapidez con que estos son analizados. Así también, la herramienta de aplicación del FMEA basada en hojas de cálculo, dificulta el manejo y provee una deficiente visualización de la información del proceso productivo analizado y por consiguiente incrementa el tiempo empleado para este propósito.

### 1.3. PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

Este trabajo tiene como propósito principal establecer las bases para el diseño y desarrollo de un software a la medida de las necesidades de aplicación del FMEA.

El producto resultado de este trabajo es la descripción del desarrollo del software que permitirá aplicar la metodología FMEA por parte de las pequeñas empresas o bien, para apoyar en su enseñanza para las carreras afines.

Por todo lo anterior, este modelo será el fundamento para el desarrollo de un software diseñado a la medida de las necesidades de aplicación

del FMEA en procesos transaccionales, lo que facilitará la operatividad de la herramienta en su captura, análisis y visualización de la información analizada. Otro aspecto importante que se espera mejorar es la erradicación de discrepancias que pudieran surgir por errores en la aceptación de perfiles profesionales de los participantes no adecuados para el análisis de cierto proceso.

El desarrollo de un estudio preliminar previo al diseño de un software como el que se plantea será de gran utilidad, considerando que actualmente no existe un software de acceso libre que ofrezca la posibilidad de capturar y visualizar de forma amigable la información correspondiente a la metodología FMEA y que además proporcione un esquema que asegure un adecuado perfil profesional de los participantes en la metodología.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal de este trabajo es desarrollar un modelo computacional que permita la operatividad eficiente del FMEA tanto en su desarrollo como en el uso amigable de la herramienta, a fin de proporcionar un elemento didáctico para la enseñanza de esta metodología. Como una expectativa para un trabajo futuro, se pretende utilizar este trabajo como apoyo para el desarrollo de un sistema computacional para una solución integral de este proyecto.

### 2.1. OBJETIVOS PARTICULARES

El desarrollo del modelo planteado para la operatividad del FMEA en procesos transaccionales atiende los siguientes objetivos particulares;

- Análisis de los elementos contenidos en el modelo propuesto.
- Planteamiento de la utilización combinada del Desarrollo de Software Orientado a Componentes (DSBC) y SCRUM como un marco de trabajo para el desarrollo ágil en el diseño de software y su conveniencia respecto al futuro diseño de un sistema computacional para operar el FMEA en procesos transaccionales.

- Planteamiento del modelo, beneficios contenidos y expectativas futuras.

### 3. METODOLOGÍA

A continuación se describen los elementos claves implicados en el diseño del modelo del FMEA.

#### 3.1. ELEMENTOS DEL MODELO

Aplicando los fundamentos de la metodología FMEA e incorporando elementos de un modelo como base, la metodología de este trabajo incluye el análisis del problema, aborda su factibilidad, documenta los requerimientos asociados y presenta las generalidades de la arquitectura del sistema. Además, se enfoca en reducir el impacto de las posibles anomalías debidas a no evaluar la afinidad de los perfiles profesionales de los participantes contra los requeridos por la operación analizada.

Para el desarrollo del modelo, en primer lugar, se considerará la metodología indicada por Chrysler LLC et al. (2008) en el manual de referencia del Análisis del Modo de Efecto de Fallas (FMEA por sus siglas en inglés). De esta metodología se determinarán los módulos que deben desarrollarse acorde al procedimiento indicado en el libro. Cada uno de los módulos estará asignado a un formulario donde se capturará la información correspondiente a la metodología. Es de resaltar que, para el caso de la selección del equipo de trabajo, se incluirá un módulo en el cual se añadirán criterios para incorporar elementos restrictivos de participación del personal, con el cual estimará si los participantes en el proceso cumplen con la experiencia y los conocimientos acordes a la metodología a emplear.

Una vez determinada la metodología de FMEA con los distintos formularios que surgirán para la captura y análisis de la información, el desarrollo estará basado en el enfoque de desarrollo en cascada el cual presenta una sucesión de etapas del sistema (pseudocódigo), que en un trabajo futuro fundamentará la programación orientada a componentes.

El software a construir se diseñará mediante la metodología SCRUM para la lista del producto, la lista del sprint y el incremento. Así también, se incluirá mediante la metodología del Desarrollo del Software Basado en Componentes.

Esta metodología, como lo indica Fuentes et al. (2017), se basa en la creación de componentes reutilizables. Estos modelos y plataformas de componentes proporcionan los mecanismos adecuados para tratar la complejidad de los problemas que aparecen en los sistemas abiertos y distribuidos. Entre estos nuevos modelos, existe el enfoque que se denomina “Desarrollo de Software basado en Componentes” (DSBC), que trata de sentar las bases para el diseño y desarrollo de aplicaciones distribuidas basadas en componentes de software reutilizables. Este paradigma propugna el desarrollo y utilización de componentes reutilizables dentro de lo que sería el mercado global de software.

Bajo este esquema de trabajo, se construirá la solución para que sea de libre acceso y sobre todo, que su empleo sea de lo más amigable y la presentación de resultados sea visualmente atractiva y que permita la pronta interpretación de los datos obtenidos como resultado de la metodología FMEA aplicada. De esta forma, el software desarrollado será un gran apoyo para la enseñanza de esta metodología.

### 3.2. DESARROLLO DE DSBC Y SCRUM COMO UN MARCO DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO ÁGIL EN EL DISEÑO DE SOFTWARE

Dado que el DSBC actualmente se constituye como un nuevo paradigma en la programación para el desarrollo del software, lo que implica su uso común (Fuentes et al., 2017), el modelo de desarrollo empleado para este trabajo lo considera como fundamento substancial para el diseño computacional. Después de todo, la orientación de desarrollo de software enfocado a componentes permite la existencia de un mercado global que facilite las tareas de desarrollo. Como lo menciona Clemens Szyperski et al. (2011), un componente es una unidad de composición de aplicaciones software, que posee un conjunto de interfaces y un conjunto de requisitos, y que ha de poder ser desarrollado, adquirido, incorporado al sistema y compuesto con otros componentes de forma independiente, en tiempo y espacio.

Esta definición nos permite considerar que aun cuando los componentes se construyen de manera individual, deben ser capaces de interactuar con otros para poder integrarse y formar un conjunto creado por componentes de software reutilizables.

Por otra parte, cabe mencionar que el diseño estructural de este trabajo se apoya también en Scrum por su fortaleza como metodología ágil de desarrollo de software. Como lo indica Schwaber et al. (2020), la metodología Scrum es un esquema ágil de trabajo que ayuda a la gente, equipos y organizaciones a generar valor a través de soluciones adaptativas para problemas complejos. En pocas palabras, Scrum requiere un Scrum Master para fomentar un entorno en el que:

- Un Product Owner ordena el trabajo de un problema complejo en un Product Backlog.
- El Equipo Scrum convierte una selección del trabajo en un Incremento de valor durante un Sprint.
- El Equipo Scrum y sus partes interesadas inspeccionan los resultados y los ajustan para el próximo Sprint.
- Repetir esta secuencia para cada ciclo.

La metodología Scrum es simple. Debe usarse tal como está y así determinar si su filosofía, teoría y estructura ayudan a lograr los objetivos y crear valor. El marco Scrum está intencionalmente incompleto, solo define las partes necesarias para implementar la teoría Scrum. Scrum se basa en la inteligencia colectiva de las personas que lo utilizan. Más aún que proporcionar a las personas instrucciones detalladas, las reglas de Scrum guían sus relaciones e interacciones.

Se pueden emplear varios procesos, técnicas y métodos dentro del marco. Scrum está enmarcado en torno a las prácticas existentes o las hace innecesarias. Scrum hace visible la eficacia relativa de gestión actual, medio ambiente y técnicas de trabajo, para que se puedan realizar mejoras.

La metodología Scrum se basa en el empirismo y el pensamiento Lean. El empirismo afirma que el conocimiento proviene de experiencia y

toma de decisiones en base a lo observado. El pensamiento Lean reduce el desperdicio y se enfoca sobre lo esencial.

Esta metodología también emplea un enfoque iterativo e incremental para optimizar la previsibilidad y controlar el riesgo. Scrum involucra a grupos de personas que colectivamente tienen todas las habilidades y experiencia para hacer el trabajo y compartir o adquirir tales habilidades según sea necesario. Scrum combina cuatro eventos formales para inspección y adaptación dentro de un evento contenedor, el Sprint. Estos eventos funcionan porque implementan los pilares empíricos de Scrum de transparencia, inspección y adaptación.

Ahora bien, Scrum se basa en valores que determinan el éxito en su aplicación a partir de 5 valores de vida: Compromiso, Enfoque, Apertura, Respeto y Coraje. Estos valores dan la dirección al equipo Scrum respecto a su trabajo, acciones y comportamiento. Las decisiones que se toman, los pasos tomados, y el modo en que el Scrum es empleado refuerza estos valores, no los disminuye o socava. La unidad fundamental del Scrum es un pequeño equipo de personas, denominado como equipo Scrum. El equipo Scrum consiste en un Scrum Master, un Dueño del producto y Desarrolladores. Dentro de un equipo Scrum, no hay subequipos o jerarquías. Es esta cohesión de profesionales enfocados en un objetivo al mismo tiempo, conocida como el Product Goal. El equipo Scrum debe integrarse generalmente por 10 o menos miembros. En general, los equipos pequeños se comunican mejor y son más productivos. El equipo Scrum es responsable de todas las actividades relacionadas al producto con la colaboración, verificación, mantenimiento, operación, experimentación, investigación, desarrollo y cualquier otra cosa que pueda ser requerida por los interesados. Ellos están estructurados y empoderados por la organización para manejar su propio trabajo. Trabajar en Sprints como pasos sustentables mejora la consistencia y enfoque del equipo Scrum.

El equipo Scrum completo es considerado para aportar un incremento útil y valorable en cada Sprint. Scrum define tres aportes específicos dentro del equipo Scrum: Los desarrolladores, el Dueño del producto y el Scrum master.

Los desarrolladores son las personas del equipo Scrum que tienen el compromiso de crear cualquier parte usable de un incremento en cada Sprint.

El dueño del producto es responsable de maximizar el valor del producto resultante el trabajo del equipo Scrum. También es responsable de: desarrollar y comunicar explícitamente la meta del producto, crear y comunicar claramente los elementos del producto, ordenar los elementos del producto y asegurarse de que los elementos del producto sean transparentes, visibles y entendibles. La organización completa debe respetar las decisiones del dueño del producto.

El Scrum master es responsable de establecer la metodología Scrum como lo establece la guía Scrum. Se encarga en ayudar a todos a entender la teoría y práctica del Scrum, pero dentro del equipo Scrum y la organización.

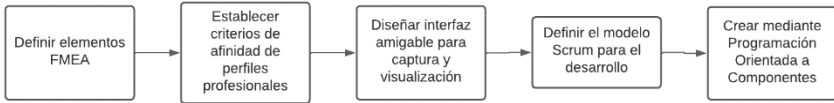
El desarrollo del software proyectado en un trabajo futuro puede acelerarse de forma sustancial si se considera la metodología SCRUM para su análisis y desarrollo en conjunción con el DSBC, tal cual lo describe Straccia et al. (2016), en donde indica que los componentes, como piezas de software ensambladas de manera integral, van a permitir el funcionamiento del sistema de software como un todo. Cada componente contiene una funcionalidad a la que se puede acceder mediante interfaces. El hecho de que el software pueda reutilizarse, se simplifiquen las pruebas, el mantenimiento y se obtenga mayor calidad en el producto desarrollado, justifica la aplicación de esta metodología.

### 3.3. EL MODELO EMPLEADO, BENEFICIOS Y EXPECTATIVAS

El desarrollo del modelo que presentamos en este trabajo se basa en la figura 1, que se muestra a continuación.



**FIGURA 1.** Modelo definido como estructura base para el desarrollo del software



Fuente: elaboración propia

Con el desarrollo del anterior modelo, se consideran las siguientes beneficios y expectativas:

La inclusión de un módulo de elementos restrictivos de participación para el personal asignado al desarrollo del FMEA evitará perfiles profesionales inapropiados a las necesidades del ejercicio. Este módulo contará con diversos filtros que facilitarán la evaluación de los perfiles de los participantes en los equipos de trabajo para garantizar que su perfil este alineado con el proceso o producto del cual se realizará la evaluación.

El desarrollo facilita el manejo de la información del proceso productivo analizado y el tiempo empleado para este propósito es mejorado. Para llevar a cabo lo anterior, se establecerán mejoras en la captura y análisis de la información recabada del proceso o producto a evaluar, mediante el diseño de una interfaz que sea muy amigable e intuitiva de tal forma que, aún sin ser un experto, oriente a la persona encargada de la captura de información para que los datos ingresados en el sistema sirvan para realizar adecuadamente los cálculos necesarios.

Este desarrollo provee una visualización de la información suficientemente aceptable del proceso productivo analizado y el tiempo empleado para este propósito es mejorado. Esto debido a que el diseño de la pantalla y las diversas formas de presentar la información permitan realizar el cruce de datos, la emisión de reportes y la presentación de resultados de tal suerte que faciliten su análisis e interpretación. Así mismo, se incluirán filtros y herramientas de clasificación y correlación para que, en caso de contar con un volumen importante de información, sea posible sintetizarla.

## 4. RESULTADOS

Destacan como aportes importantes:

- El desarrollo y análisis del modelo base para el diseño de la estructura de un sistema computacional empleado para la operación de un FMEA en procesos transaccionales, del cual se analizan sus elementos contenidos y expectativas. Se analiza también, la importancia de diseñar el proyecto bajo un enfoque de software de libre acceso para facilitar su uso en educadores y estudiantes sin necesidad de realizar alguna inversión.
- Se analizan las bondades de la utilización de forma combinada DSBC y SCRUM como un marco de trabajo para el desarrollo ágil en el diseño de software y su conveniencia respecto al futuro de un sistema computacional para operar el FMEA en procesos transaccionales.
- Se analiza las debilidades de la operatividad del FMEA respecto a: a) factores humanos, b) el manejo y visualización de la información digital, y c) la validación de los perfiles profesionales participantes.

## 5. DISCUSIÓN

Respecto al tema del SCRUM, al considerar esta metodología para el desarrollo de un trabajo computacional en una etapa siguiente se garantiza que el desarrollo de software sea incremental y en cada iteración se incluyen nuevas funcionalidades. Por otra parte al combinar SCRUM y DSBC es factible el desarrollo del software para eficientar el uso del FMEA en los procesos transaccionales.

El uso de ambas metodologías permitirá que se agilice el proceso de desarrollo y se obtengan los resultados esperados.

Dados los puntos mencionados en el apartado anterior, el presente trabajo está orientado a determinar cuáles son los aspectos que evaluar por los integrantes del equipo de trabajo de la metodología FMEA, a fin de evitar la participación de personal que no cuenta con los conocimientos

y/o experiencia necesarios para aplicar la metodología. En este sentido, una vez identificados los aspectos a evaluar, serán aplicados en el desarrollo del software para minimizar el sesgo de los participantes durante la aplicación del método.

Aunado a lo anterior, el desarrollo del software puede incluir una sección que permita de forma ágil y amigable la captura de los datos aplicables a los formularios utilizados conforme a la metodología aplicada por Chrysler LLC et al. (2008), para su análisis y visualización de tal forma que facilite su análisis y la presentación de resultados.

## 6. CONCLUSIONES

Se eficientiza la operatividad del FMEA contribuyendo a un análisis de riesgos más confiable y ágil de los procesos transaccionales, proporcionando una herramienta de apoyo útil para la enseñanza de esta metodología.

Se fusiona la práctica del pensamiento crítico y el análisis de sistemas como estrategia para aportar un marco referencial del análisis y prevención de riesgos en procesos transaccionales, potenciando la educación y aplicación del FMEA en la mejora de procesos. Los marcos conceptuales aportados podrán ser útiles para la educación, dado que contemplan una explicación sencilla, didáctica y práctica. Se espera su aprovechamiento en las aulas y en el sector productivo, siendo los estudiantes de carreras como la ingeniería industrial principalmente, usuarios potenciales para los primeros y trabajadores de procesos transaccionales para los segundos.

## 8. REFERENCIAS

- Alegsa, L. (2010). Definición de Sistema transaccional (sistema de procesamiento de transacciones). [www.alegsa.com.ar](http://www.alegsa.com.ar).  
<http://www.alegsa.com.ar/Dic/sistema%20transaccional.php>
- Chin, K., Wang, Y., Ka Kwai Poon, G., & Yang, J. (2009). Failure mode and effects analysis using a group-based evidential reasoning approach. *Computer & Operation Research*, 36(6), 1768–1779.

- Chrysler LLC, Ford Motor Company, & General Motors Corporation. (2008). Potential failure mode and effects analysis (FMEA) : reference manual. Chrysler LLC.
- Clemens Szyperski, Domink Gruntz, & Murer, S. (2011). Component software : beyond object-oriented programming. London Addison-Wesley.
- Fernández Alarcón, V. (2010). Desarrollo de sistemas de información : una metodología basada en el modelado. Edicions Upc.
- Fuentes, L., Troya, J. M., & Vallecillo, A. (2017). Desarrollo de software basado en componentes. *Biblioteca.udgvirtual.udg.mx*, 1(1).  
<http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/1247>
- Gazcon-Rivera, A., Nosedal-Sánchez, J., & Trigos, F. (2021). Transactional Failure Mode and Effect Analysis an application to map risks in the service industry. *Case Studies on Transport Policy*, 9(4).  
<https://doi.org/10.1016/j.cstp.2021.07.004>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6th ed.). McGraw-Hill Education.
- Hu-Chen Liu. (2016). FMEA Using Uncertainty Theories and MCDM Methods. Springer Singapore.
- Liu, H.-C., Liu, L., & Liu, N. (2013). Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review. *Expert Systems with Applications*, 40(2), 828–838. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.08.010>
- McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (2017). The basics of FMEA. Productivity Press.
- Ouyang, L., Che, Y., Yan, L., & Park, C. (2022). Multiple perspectives on analyzing risk factors in FMEA. *Computers in Industry*, 141(171), 103712.  
<https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103712>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). The Scrum Guide.
- Stamatis, D. H. (2003). Failure mode and effect analysis : FMEA from theory to execution. Asq Quality Press.
- Straccia, L., Pytel, P., & Pollo Cattaneo, M. F. (2016). Metodología para el desarrollo de software en proyectos de I+D en el nivel universitario basada en Scrum. *Sedici.unlp.edu.ar*.  
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/56645>
- You, J., Lou, S., Mao, R., & Xu, T. (2022). An improved FMEA quality risk assessment framework for enterprise data assets. *Journal of Digital Economy*, 1(3). <https://doi.org/10.1016/j.jdec.2022.12.001>

SECCIÓN II  
INNOVACIÓN EDUCATIVA EN ECONOMÍA Y EMPRESA

---

## LAS METODOLOGÍAS ACTIVAS COMO ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE DE LA HISTORIA ECONÓMICA

---

MARÍA DOLORES SÁNCHEZ SÁNCHEZ  
*Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*

### 1. INTRODUCCIÓN

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha conllevado un viraje hacia el desarrollo de metodologías docentes basadas en un modelo de aprendizaje competencial y un papel mucho más dinámico del alumno que favorece el empleo de la evaluación continua (Caballero y Garza, 2012).

En este marco, el proceso de enseñanza-aprendizaje activo se ha convertido en un núcleo central de la innovación en las metodologías docentes conviviendo con aquéllas más tradicionales. Lo que ha generado un nuevo modelo docente orientado hacia la implicación activa y colaborativa del alumnado en el aula como estrategias para que se obtengan los objetivos competenciales establecidos en cada materia. En este sentido, las metodologías activas de aprendizaje permiten abordar la formación por competencias y ser adaptadas al contexto y perfil del alumnado (Sterling, 2012).

La asignatura analizada en este estudio, Historia Económica impartida en los Grados de Dirección y Administración de Empresas y Economía, de naturaleza teórica, implica la necesidad de establecer relaciones entre lo teórico abstracto, acaecido en un ámbito temporal pasado, y la realidad económica actual. Competencia básica en la formación de los estudiantes y que les resulta compleja de desarrollar.

El uso de mapas conceptuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje es una herramienta que favorece el desarrollo del pensamiento abstracto,

jerarquizado y por tanto complejo (cita). Se convierte así en una estrategia eficaz para esquematizar visualmente el conocimiento y ayudar a un análisis global, por parte de los estudiantes, de las relaciones entre los conceptos y contenidos abordados en una materia.

El objetivo de este trabajo es presentar una experiencia de enseñanza-aprendizaje en el ámbito de la docencia universitaria integrando el uso de mapas conceptuales y metodologías activas.

Para ello, se expone el planteamiento metodológico de las aportaciones que la utilización de ambas estrategias complementarias de enseñanza-aprendizaje, en una asignatura teórica como es la Historia Económica, tienen en el aprendizaje de conceptos disciplinares, en su aplicación práctica y en el desarrollo de competencias transversales.

El presente estudio demuestra que el uso de metodologías activas y colaborativas son adecuadas para alcanzar este objetivo.

El análisis empírico se ha obtenido a partir de los resultados dados en el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes del primer curso de los grados de Dirección y Administración de Empresas de la Universidad Rey Juan Carlos durante el curso 2021-2022.

En la primera parte del trabajo se exponen los objetivos planteados. Seguidamente, se aborda una descripción de la asignatura objeto de estudio y el diagnóstico previo de las dificultades de aprendizaje del alumnado. A continuación, se define el marco teórico y la adaptación de las metodologías docentes aplicadas en la experiencia. Por último, se exponen los resultados de aprendizaje obtenidos por los estudiantes y algunas conclusiones y recomendaciones para la aplicación de estas estrategias de enseñanza-aprendizaje.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo de este estudio es analizar y evaluar, mediante la presentación de una experiencia de enseñanza-aprendizaje, en una materia eminentemente teórica como es la asignatura de Historia Económica, el uso de mapas conceptuales en el proceso de aprendizaje de conceptos disciplinares. Posteriormente, reforzados con el desarrollo, en el aula, de

metodologías activas como estrategias complementarias de enseñanza-aprendizaje.

Se pretende concluir si el uso de estas estrategias de metodologías docentes son las adecuadas para potenciar y alcanzar las competencias generales y específicas establecidas en la asignatura.

Lo anterior, parte de la experiencia docente impartiendo esta materia durante varios cursos académicos, que evidencia la dificultad del alumnado en establecer relaciones entre varias variables explicativas sobre un hecho concreto y su evolución diacrónica.

### 3. METODOLOGÍA

La metodología del EEES implica un aprendizaje basado en competencias, entendidas como un conjunto interrelacionado de conocimientos, habilidades, actitudes y valores (Villa y Poblete, 2007) como objetivo a alcanzar por el alumnado para su capacitación en esa materia y la práctica profesional posterior.

Para llevar a cabo esta metodología, el aprendizaje activo por parte del alumnado adquiere gran relevancia permitiendo desarrollar estrategias de trabajo individual y colaborativo durante las clases. Así como, ser una herramienta que facilita la evaluación continua del aprendizaje del alumno (Villa y Poblete, 2007).

En la materia que nos ocupa, Historia Económica, impartida en el primer curso de los Grados de Dirección y Administración de Empresas (ADE) de la Universidad Rey Juan Carlos, la guía docente establece que el alumno obtenga las siguientes competencias generales y específicas (Tabla 1).



**TABLA 1.** Competencias transversales en Historia Económica.

<b>COMPETENCIAS</b>
<i>Generales</i>
CI01. Capacidad de análisis y síntesis: analizar, sintetizar, valorar y tomar decisiones a partir de los registros relevantes de información sobre la situación y previsible evolución de una empresa.
CI03. Comunicación en lenguaje nativo: comprender y ser capaz de comunicarse, con corrección y en diferentes escenarios. Ser capaz de elaborar informes de asesoramiento y proyectos de Gestión empresarial (global o por áreas funcionales).
CP01. Capacidad para trabajar en equipo
CP04. Capacidad de Razonamiento crítico.
CS01. Aprendizaje autónomo.
<i>Específicas</i>
CE09. Historia
CP19. Comprensión de un marco histórico de referencia que le permita ubicar la problemática objeto de estudio.

Fuente: Guía Docente de Historia Económica del Grado de ADE

Con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados en la experiencia docente se llevó a cabo una valoración inicial de las dificultades competenciales que el alumnado, de cursos anteriores, había tenido para alcanzar las competencias generales y específicas indicadas en la guía docente de la asignatura. Analizando los resultados de la evaluación ordinaria sobre una muestra total de 146 alumnos del curso académico 2017/2018 y 2019/2020.

Respecto a las competencias generales, la mayoría de los alumnos no alcanzaban el nivel mínimo de capacidad de análisis y síntesis (competencia CI01) requeridas cuando en las pruebas de evaluación final se presentaba una fuente histórica o económica para su análisis, aunque hubiese sido trabajada anteriormente en el aula. La capacidad de razonamiento crítico (competencia CP04), resultado de lo anteriormente expuesto, mostraba poca profundidad reflexiva, sobre todo en las cuestiones histórico-económicas más alejadas temporalmente.

Tampoco el lenguaje utilizado en las pruebas escritas o en la presentación oral del trabajo realizado en grupo, actividades que conformaban la evaluación continua, implicaba un dominio de las destrezas

comunicativas en su discurso, ni de los conceptos básicos disciplinares de la materia (competencia CI03).

En el caso de la realización de un trabajo en equipo (competencia CP01), a entregar en el último mes del cuatrimestre, hubo grupos que excluyeron a algún compañero por falta de implicación o bien especificaron en el trabajo la parte realizada por cada uno. Sin llegar a una resolución del conflicto, ni hacer uso de las tutorías disponibles para la evolución y supervisión del trabajo, ni comunicarlo al docente.

Las competencias específicas, ligadas al dominio de conocimientos histórico-económicos (competencia CE09) y la comprensión de su marco histórico (competencia CP19) mediante la relación global de las variables que los explican, presentaba niveles más altos. Aunque, la ubicación geográfica de los mismos era difusa.

Es importante resaltar el contexto en el que se desarrolla la asignatura de Historia Económica; de tipo obligatoria e impartida en el primer cuatrimestre del curso primero, por lo que la mayoría de los alumnos tienen una edad en torno a los 18 años y entran en contacto con el ámbito universitario.

### 3.1. PROPUESTA DE METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE ACTIVAS Y COLABORATIVAS

Derivado del análisis anterior, en el curso académico 2021/2022, con el retorno presencial a las clases interrumpido por la pandemia, se lleva a cabo una planificación de metodología docente basada en estrategias de enseñanza-aprendizaje activas y colaborativas. Para facilitar al alumnado alcanzar más eficazmente los objetivos competenciales de la materia como consecuencia del aprendizaje de conocimientos, actitudes y destrezas por su parte (González-Maura, 2006).

Se pretende así potenciar una metodología más dinámica de aprendizaje centrada en el alumno como un actor principal y proactivo de su aprendizaje.

A continuación, se exponen las herramientas activas y colaborativas utilizadas o adaptadas a este marco metodológico.

### 3.1.1. Mapas conceptuales colaborativos

Los mapas conceptuales son una herramienta de enseñanza-aprendizaje utilizada para la explicación de conceptos disciplinares.

Su objetivo es representar gráficamente relaciones significativas entre conceptos, mediante diferentes niveles, desde lo más generales en la parte superior a los más específicos en la inferior. El sentido de las relaciones, lineales o también cruzadas, entre los conceptos se establece mediante palabras-enlace.

Siguiendo la teoría de Novak (1998), su uso permite la construcción de conocimiento significativo relacionándolo con el previamente adquirido, al establecer una categorización entre las ideas principales y secundarias mediante relaciones lógicas y coherentes (Cárdenas-Contreras, 2021).

Por tanto, se seleccionaron los mapas conceptuales como base metodológica de enseñanza para el desarrollo de la asignatura de Historia Económica al permitir que no sea necesario, por parte del alumnado, un aprendizaje memorístico de los conceptos disciplinares, por favorecer la retención del conocimiento en el largo plazo (Novak, 1998).

Así como, por ser una herramienta que favorece la adquisición y desarrollo de competencias en la educación superior (González García, 2008; Murga-Menoyo et al., 2011).

Por último, dado que la experiencia se basa en el uso de herramientas de enseñanza-aprendizaje activas y colaborativas en el aula, se insertó el uso de los mapas conceptuales dentro de un diseño de aprendizaje colaborativo. De esta forma, en el aula se elaboraron mapas conceptuales de cada uno de los temas del programa, sobre contenidos parciales o totales, en pequeños grupos de trabajo integrados, para cada ocasión, por alumnos diferentes.

Para ello, con anterioridad se realizó un ejemplo para mostrar al alumnado la técnica de trabajo con mapas conceptuales. Incidiendo en la necesidad de establecer las ideas o palabras claves, su jerarquización y las relaciones entre ellas, para construir el mapa.

Como hoja de ruta, al inicio de cada tema, se llevó a cabo una exposición docente de un mapa conceptual básico con los conceptos clave, que como mínimo, deben estar presentes en su desarrollo. Realizado sin uso de ningún tipo de aplicación informática.

Partiendo de indicadores de evaluación de mapas conceptuales para medir su calidad y complejidad analizados en varios estudios (Murga-Menoyo et al., 2011; Morón et al., 2020), se crearon unos criterios de baremación para esta materia (Tabla 2). La nota alcanzada por cada grupo en el diseño de los mapas conceptuales formó parte de la calificación de la evaluación continua individual.

**TABLA 2.** *Indicadores de evaluación de mapas conceptuales.*

<b>CALIDAD MAPA CONCEPTUAL</b>	<b>BAREMACIÓN MÁXIMA CALIDAD</b>
Importancia de los conceptos identificados	0,20
N.º de relaciones correctas entre conceptos	0,10
Calidad de las relaciones directas	0,10
Calidad de las relaciones cruzadas	0,10
<b>COMPLEJIDAD MAPA CONCEPTUAL</b>	<b>BAREMACIÓN MÁXIMA COMPLEJIDAD</b>
N.º de conceptos básicos incluidos	0,20
Relaciones entre conceptos	0,10
El grado de ramificación	0,10
Uso de relaciones cruzadas	0,10

Fuente: elaboración propia

### 3.1.2. Puzle de Aronson para el análisis colaborativo de fuentes económico-históricas en el aula

La Técnica Puzle de Aronson (TPA) (Aronson y Patnoe, 1997), es una herramienta de aprendizaje-activo basada en el trabajo cooperativo de equipos de trabajo. De esta forma, se asigna a un miembro de cada grupo una parte de un tema para reunirse luego en grupos de “expertos” que debaten sobre esa materia. Posteriormente, cada experto vierte el conocimiento adquirido en su equipo original. El análisis de la totalidad de la materia y el éxito del aprendizaje deriva de la implicación de cada alumno con el resto del grupo de trabajo. El proceso de aprendizaje conforma un puzle de ahí su denominación.

En el caso de la materia de Historia Económica, se ha aplicado en la realización del análisis de fuentes histórico-económicas, dividiendo a los alumnos en grupos reducidos de no más de seis personas. Los puntos centrales que conlleva el análisis de este tipo de fuentes se dividen en preguntas básicas tipo; cuándo, dónde, porqué, para qué, quién, en las que cada grupo de expertos investiga. Parte de la nota de evaluación continua de cada alumno viene dada por la exposición que hace su grupo originario del análisis de la fuente, por lo que es necesario una fuerte cooperación entre los integrantes del grupo para obtener una calificación favorable.

### 3.1.3. Visionado de fragmentos de películas y documentales

El visionado en el aula de fragmentos de películas o documentales históricos, para su posterior aplicación en la construcción de mapas conceptuales colaborativos y debates, se ha utilizado como herramienta de aprendizaje-activo dado el entorno visual en el que la sociedad está inserta hoy en día. En el caso de los jóvenes, aún más patente por el uso continuado que hacen de las redes sociales, como Tik-Tok, basadas en la producción de videos (Romero y Garay, 2017).

Por ello, con el objetivo de reforzar ciertos conceptos disciplinares, se ha utilizado el lenguaje visual como parte del análisis de fuentes económico-históricas complementando así el uso de fuentes escritas (García y Contreras, 2017).

Entre otros, se han usado fragmentos de documentales, realizados por la BBC, para abordar la Revolución Industrial inglesa. La película *Tiempos modernos* (1936) de Chaplin, para contextualizar el sistema de trabajo fordista o la de *Un horizonte muy lejano* (1992), como encuadre de la “conquista del oeste” en EE. UU.

### 3.1.4. *Flipped learning* de textos literarios, capítulos de ensayos y noticias periodísticas.

La metodología de clase invertida (*flipped classroom*) se ha utilizado para la lectura de textos de diferente naturaleza (literarios, ensayos y periodísticos). Disponibles, con antelación en el aula virtual de la

asignatura, para ser leídos por el alumnado y su posterior debate en el aula y elaboración de mapas conceptuales colaborativos.

Se pone así en valor la lectura activa como técnica de aprendizaje mediante el uso de una metodología de *flipped learning* con el objetivo de alcanzar una reflexión profunda de los textos abordados (Calvillo y Martín, 2017).

Primeramente, se comenzó con la lectura de medios periodísticos como forma de acercar la realidad actual económica al alumno y ponerla en relación con sus antecedentes históricos. Así como, por su probada efectividad en estimular el análisis crítico en el estudiante (Park, 2011).

Posteriormente, se incorporó la lectura activa de capítulos de ensayos económicos y textos literarios de mayor extensión y complejidad relacionados con la materia. Aumentando así el esfuerzo del alcance de la lectura para facilitar un aprendizaje significativo de los conocimientos adquiridos.

De esta forma, se pretende lograr en el alumnado una mayor capacidad de comprensión lectora trasladada a desarrollar el hábito de lectura y la consulta de bibliografía para la preparación de las asignaturas del grado. Además, de la adquisición de conocimientos de historia económica y un mayor nivel de razonamiento crítico.

### 3.1.5. Debates sobre dilemas ético-históricos.

Derivado de la lectura de textos de diversa naturaleza por parte del alumnado, mediante el uso de la metodología de aprendizaje-activo de *flipped learning*, en el aula se llevó a cabo su debate posterior, en relación con algún tema controvertido presente en las lecturas.

Se plantean temas ético histórico que suscitan posturas encontradas sin solución correcta y que sean defendidas, de forma argumentada, por los alumnos. Por ejemplo, de la lectura de textos y artículos periodísticos, se planteó el debate sobre la necesidad, por parte de las potencias europeas, de pedir disculpas institucionales por su pasado colonial. También el debate sobre las implicaciones éticas derivadas de la necesidad preservar las fuentes de energía en la coyuntura geopolítica actual.

Con esta herramienta se pretende impulsar el proceso de reflexión antes de tomar una postura argumentativa, ya que lo destacable es el razonamiento llevado a cabo por el alumno y no la opción escogida ante el dilema planteado (Tey, 2006). Además, permite comprender de forma clara las diferentes variables presentes en los hechos históricos y su complejidad (Alén, Domínguez y de Carlos, 2014).

Lo anterior permite que los debates se hayan utilizado no solo como herramienta de aprendizaje, sino también de evaluación en la comprensión de la materia.

#### 4. RESULTADOS

Los resultados del aprendizaje de las competencias, dadas por la Guía Docente para la materia de Historia Económica, mediante el uso de herramientas de aprendizaje-activo, se han conseguido a partir de las notas obtenidas por los alumnos en la evaluación individual de la convocatoria ordinaria de enero de 2022. Nota que incluye la baremación, un 25 % de la nota final, de las actividades de evaluación continua colaborativas por la realización de los mapas conceptuales de cada tema, los derivados de las actividades de *flipped learning* y visionado de distintas fuentes. Así como, la valoración de la exposición grupal de análisis de fuentes mediante el uso del puzle de Aronson y los debates sobre dilemas ético-históricos.

A la que se suma la nota individual obtenida en la prueba final que consta de un ejercicio escrito sobre el comentario de dos fuentes histórico-económicas.

La muestra utilizada incluye un total de 152 estudiantes del primer año de los grados de Dirección y Administración de Empresas de la Universidad Rey Juan Carlos, en el curso 2021-2022, distribuidos en dos grupos. El grupo 1 integrado por 65 y el grupo 2 por 87 alumnos respectivamente. Escogidos por ser una muestra que además permite también analizar el uso de estrategias de aprendizaje-activo en grupos de distinta composición.

A continuación, se muestran las calificaciones obtenidas en la evaluación ordinaria de enero de 2022 por ambos grupos, según porcentajes (Tabla 3 y 4).

El análisis de los logros de aprendizaje expresado en las calificaciones de los alumnos objeto de estudio muestra ciertas similitudes en sus porcentajes. Los sujetos que obtienen sobresaliente son muy bajas e idénticas en ambos grupos. También, es similar el porcentaje de alumnos que obtiene un aprobado, un 44,6 % del primer grupo y un 46 % del segundo.

Destacan las diferencias en el porcentaje de estudiantes que obtienen notable, un 29,2% del primer grupo frente a un 16,2 % del segundo. Así como, de aquellos que no alcanzan el aprobado, un 20% en el primer grupo frente a un 26,4 % en el segundo caso.

El porcentaje de no presentados se incrementa en el segundo grupo con un 10,3% respecto al 4,6 % del primer grupo.

**TABLA 3.** *Porcentajes de las calificaciones de evaluación del grupo 1.*

<b>No presentados</b>	3	4,6 %
<b>Aprobados</b>	29	44,6 %
<b>Notables</b>	19	29,2 %
<b>Sobresalientes</b>	1	1,5 %
<b>Suspensos</b>	13	20 %

Fuente: Actas evaluación ordinaria del grado Dirección y Administración de Empresas. Universidad Rey Juan Carlos.

**TABLA 4.** *Porcentajes de las calificaciones de evaluación del grupo 2.*

<b>No presentados</b>	9	10,3 %
<b>Aprobados</b>	40	46 %
<b>Notables</b>	14	16%
<b>Sobresalientes</b>	1	1,1 %
<b>Suspensos</b>	23	26,4 %

Fuente: Actas evaluación ordinaria del grado Dirección y Administración de Empresas. Universidad Rey Juan Carlos.

Si comparamos los datos obtenidos en esta experiencia educativa con las calificaciones de los dos grupos analizados en el epígrafe sobre las



deficiencias competenciales, y en los que no se implementaron metodologías docentes de enseñanza-aprendizaje activo, obtenemos diferencias significativas.

En este caso, la muestra utilizada abarca 146 estudiantes, de dos grupos distintos, del primer curso de los grados de Dirección y Administración de Empresas de la Universidad Rey Juan Carlos, en los años académicos 2017-2018 y 2019-20. Uno de ellos (grupo 3) con 32 alumnos y el otro (grupo 4) con 114.

En las siguientes tablas se presentan los resultados, según porcentajes, de las calificaciones obtenidas en la evaluación ordinaria de enero de 2017 y 2019 por ambos grupos (Tabla 5 y 6).

**TABLA 5.** *Porcentajes de las calificaciones de evaluación del grupo 3.*

<b>No presentados</b>	2	6,2 %
<b>Aprobados</b>	14	43,7 %
<b>Notables</b>	4	12,5%
<b>Sobresalientes</b>	1	3,1 %
<b>Suspensos</b>	11	34,3%

Fuente: Actas evaluación ordinaria del grado Dirección y Administración de Empresas.  
Universidad Rey Juan Carlos.

**TABLA 6.** *Porcentajes de las calificaciones de evaluación del grupo 4.*

<b>No presentados</b>	4	3,5 %
<b>Aprobados</b>	47	41,2 %
<b>Notables</b>	8	7%
<b>Sobresalientes</b>	0	0%
<b>Suspensos</b>	55	48,2 %

Fuente: Actas evaluación ordinaria del grado Dirección y Administración de Empresas.  
Universidad Rey Juan Carlos.

La diferencia más acusada, si desagregamos los datos por notas obtenidas, entre aquellos grupos en los que se llevó a cabo la experiencia y los que no contaron con el desarrollo de metodologías activas, es la disminución del porcentaje de suspensos en los grupos del primer caso. Significativo, sobre todo, en grupos de mayor tamaño. Así, si el grupo 2

alcanza un 26,4% de suspensos que se dispara a un 48,2% para el grupo 4. Tendencia que también se confirma en los grupos de menor tamaño.

También es destacable las diferencias en el porcentaje de estudiantes que obtienen notable. Para los grupos que no contaron con metodologías activas de enseñanza-aprendizaje, el porcentaje disminuye en comparación con los que sí las utilizan. Un 7% en el grupo 4 en comparación con el 16% del grupo 2. Aún más acusado para el grupo 3 que no alcanza el 13% frente a un 29% del grupo 1. El porcentaje de aprobados para los cuatro grupos se mantiene en el rango del 40%.

En cuanto al porcentaje de no presentados, es menor para los grupos 3 y 4 con un 6,2% y 3,2 % respectivamente.

## 5. DISCUSIÓN

El análisis de los logros de aprendizaje expresado en las calificaciones de los alumnos, objeto de la experiencia docente de estudio (grupo 1 y 2), muestra ciertas similitudes en sus porcentajes. Los sujetos que obtienen sobresaliente son muy bajas e idénticas en ambos grupos, por lo que el uso de estas estrategias de aprendizaje activo no incide de forma significativa en obtener altas puntuaciones.

El porcentaje de alumnos que alcanza el aprobado también es semejante en ambos grupos. En este sentido, al ser el rango mayoritario de resultados obtenidos, cabe pensar que las estrategias de enseñanza aprendizaje activas y colaborativas ayudan a alcanzar los objetivos competenciales de la asignatura (González García, 2008; Murga-Menoyo et al., 2011) y disminuir el bajo rendimiento asociado al suspenso.

El porcentaje de no presentados difiere significativamente dependiendo del tamaño del grupo. Lo que indica, derivado de la experiencia docente, que la implantación de estas metodologías de enseñanza-aprendizaje en grupos de mayor número de alumnos conlleva mayores tasas de abandono al necesitar una implicación aún más activa y dinámica, por parte del estudiante, si hay que trabajar colaborativamente en grupos más numerosos (Brame, 2016). Mismo caso que se puede trasladar para explicar el incremento de los suspensos en el grupo más numeroso, con una

actitud menos tendente a realizar esfuerzos en el trabajo diario colaborativo por ser más exigente al ser más componentes y la rotación de sus miembros mayor.

Por último, derivado del análisis comparativo efectuado los resultados indican que el uso de estrategias de enseñanza-aprendizaje activas y colaborativas incide en la mejora del aprendizaje del alumnado (González-Maura, 2006). Al facilitar el desarrollo de un mayor nivel de rendimiento (del aprobado al notable) en la adquisición de las competencias transversales en aquellos casos que ya cuenten con el nivel mínimo exigido, aunque no potencie el alcanzar altas calificaciones (sobresaliente).

## 6. CONCLUSIONES

En base a la experiencia de enseñanza-aprendizaje analizada, los resultados de las calificaciones obtenidas por los grupos que integran el proyecto educativo, permiten confirmar que el uso de herramientas basadas en metodologías de aprendizaje-activas y colaborativas potencian e incrementan el desarrollo del aprendizaje competencial. Por lo que apoya la relación directa entre en aprendizaje activo, el trabajo en grupo y el aprendizaje a largo plazo (Johnson, Johnson & Smith, 2006).

Derivado de lo anterior, el proyecto de enseñanza aprendizaje realizado ha sido un éxito por alcanzar el objetivo principal propuesto al permitir concluir que el uso de estrategias de metodologías docentes activas y colaborativas sí potencian y facilitan alcanzar las competencias generales y específicas establecidas en la guía docente para la asignatura de Historia Económica.

En concreto, la combinación de estrategias de enseñanza-aprendizaje activas y colaborativas han repercutido en un mayor aprendizaje significativo y relacional para el alumnado. Lo que también ha promovido el aprendizaje de las competencias generales de la asignatura de Historia Económica.

Así como, el fomento de la participación y presencialidad en el aula del alumnado. Lo que en último término ha tenido como resultado una

mejoría de los resultados académicos en comparación con los registrados en cursos anteriores a este proyecto docente.

Para un mayor conocimiento y mejora de la aplicación de herramientas de enseñanza-aprendizaje activas, se plantea la implementación de nuevas herramientas en el desarrollo de este proyecto con el objetivo de ampliar el análisis empírico y la réplica de la metodología en esta u otras asignaturas.

## 7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Este trabajo ha sido financiado con el proyecto puente V1066 “La contribución de las prácticas dialógicas a la calidad del trabajo en equipo: una propuesta de evolución del modelo de coordinación relacional” de la Universidad Rey Juan Carlos.

## 8. REFERENCIAS

- Alén, E., Domínguez, T., & de Carlos, T. (2014). University students' perceptions of the use of academic debates as a teaching methodology. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 16, 15-21
- Aronson, E., & Patnoe, S. (1997). *The Jigsaw Classroom. Building Cooperation in the Classroom*. Longman (second edition)
- Brame, C. (2016). *Active Learning*. Vanderbilt University Center for Teaching
- Calvillo, A. J. y Martín, D. (2017). *The Flipped Learning: Guía gamificada para novatos y no tan novatos*. Unir Editorial
- Cárdenas-Contreras, G. (2021). El mapa conceptual como estrategia pedagógica en el aprendizaje de conceptos disciplinares de Economía. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 11(1), 74-7
- García, A. L. y Contreras, J. (2017). El modelo de principios científico-didácticos para la enseñanza de la geografía e historia implementado en imágenes. *UNES, Universidad, Escuela y Sociedad*, 52-72
- González García, F. (2008). El mapa conceptual y el diagrama V: recursos para la enseñanza superior en el siglo XXI. *Narcea*
- González-Maura, V. (2006). La formación de competencias profesionales en la universidad: reflexiones y experiencias desde una perspectiva educativa. *XXI, Revista de educación*, 8, 175-188

- Johnson, D. W., Johnson, R., & Smith, K. (2006). *Active learning: Cooperation in the university classroom* (3rd ed.). Edina, Interaction
- Morón Monge, H., Morón Monge, M.C., & Abril López, D. (2020). La rúbrica como instrumento para evaluar mapas conceptuales desde la construcción creativa de los conocimientos: Una propuesta participativa. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 24(1), 246-264.
- Murga-Menoyo, M. A; Bautista-Cerro, M. J, y Novo, M. (2011). Mapas conceptuales con Cmap Tools en la enseñanza universitaria de la educación ambiental. Estudio de caso en la UNED. *Enseñanza de las ciencias*, 29(1), 047–060
- Novak, J. D. (1988). *Conocimiento y aprendizaje. Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas*. Alianza Editorial
- Park, Y. (2011). Using News Articles to Build a Critical Literacy Classroom in an EFL Setting. *TESOL Journal*, 2(1), 24-51
- Romero Andonegui, A., y Garay Ruiz, U. (2018). Aprendizaje colaborativo a través de redes sociales en contextos universitarios. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (62), 62-72 (a373)
- Sterling, S. (2012). *The Future Fit Framework: An introductory guide to teaching and learning for sustainability in Higher Education*. Higher Education Academy
- Tey, A. (2006). Dilemas morales, diagnóstico de situaciones y comprensión crítica. En Boni, A., & Pérez- Foguet, A. (Eds.). *Construir la ciudadanía global desde la universidad: propuestas pedagógicas para la introducción de la educación para el desarrollo en las enseñanzas científico-técnicas* (Vol. 32). Intermón Oxfam Editorial
- Villa, A. y Poblete, M. (2007). *Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas*. Vicerrectorado de Innovación y Calidad con la colaboración del ICE de la Universidad de Deusto. Ediciones Mensajero

# LA EXPERIENCIA DE LA VISITA A EMPRESA EN ACTIVO: UN ANÁLISIS DESDE UNA PERSPECTIVA EDUCATIVA

---

GOIZALDE HERNANDO-SARATXAGA

*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV-EHU)*

GALDER GUENAGA-GARAI

*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV-EHU)*

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el contexto (social, productivo, de valores, de cultura juvenil, etc.) en el que se produce la educación se está transformando intensamente. Los referentes, las necesidades, la realidad económica y cultural, y las percepciones de los distintos agentes que actúan en ella han variado en los últimos tiempos. El sistema educativo debe adaptarse al nuevo modelo de sociedad, por lo que es necesario buscar nuevas e innovadoras maneras de abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje. El modelo tradicional de enseñanza-aprendizaje, con sus inercias y debilidades, no está dando los resultados esperados y, por ello, desde hace décadas, están surgiendo nuevas corrientes y teorías pedagógicas.

Estas nuevas corrientes abogan por un nuevo paradigma de aprendizaje que debe combinar, ampliar y reconocer las experiencias de aprendizaje en entornos formales, no formales e informales; debe estimular la creatividad, la innovación y el desarrollo de habilidades no tradicionales; debe potenciar la colaboración y la transferencia de conocimiento; y debe entender que el aprendizaje puede ocurrir en cualquier momento o lugar. Debe avanzar hacia una mayor flexibilidad y, en la medida de lo posible, una mayor invisibilización de los muros que hoy separan a la educación formal del resto de instancias y oportunidades de aprendizaje. Debe basarse en la **experiencia**, el **“aprender haciendo”** y el **“aprendizaje significativo”**.

Este nuevo paradigma de **educación experiencial** busca: una educación más **integral** y **personalizada**, más centrada en el **cómo** y en el **dónde** que en el **qué**; busca fomentar la autonomía, poniendo énfasis en **aprender a aprender**; busca abrirse a nuevas ideas y descubrimientos, la interdisciplinariedad, la preocupación por el desarrollo del potencial del alumnado, la explotación de los experimentos y las experiencias, la educación permanente y el interés por el **entorno del aprendizaje**. La docencia debería derribar los muros que separan lo que el alumnado aprende dentro y fuera del aula. El papel del/a docente se debe transformar y, como guía del proceso, tiene a su disposición multitud de recursos novedosos para promover la adquisición de contenidos y estimular el desarrollo de competencias y herramientas mediante metodologías activas y **fuera del aula** que proporcionen un aprendizaje más experiencial en un contexto de mayor realismo (Vargas, 2004).

Una alternativa infrutilizada que cumple tales requisitos es la **visita a empresa en activo**. Mediante esta herramienta, el alumnado puede adquirir conocimientos y desarrollar competencias a través de la experiencia de “aprender haciendo o viendo”, fuera del aula, en un entorno poco común, en un contexto de aprendizaje “informal” pero de trabajo “real”, donde se combinan la teoría con la práctica y donde se puede disfrutar de experiencias y estímulos que van más allá del sistema de enseñanza-aprendizaje tradicional.

### 1.1. LA VISITA A EMPRESA EN ACTIVO COMO HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE EXPERIENCIAL: SUS FORTALEZAS Y DEBILIDADES

En palabras de Marcon (2012), la característica esencial de la **visita a empresa en activo** es la de abrir a las personas visitantes “*los bastidores*” de una empresa (o de una institución pública) en actividad (talleres, salas de máquinas...), a fin de que vean, en directo, todo o parte del proceso productivo (de un producto o servicio). A este mínimo requisito se debe sumar el discurso o relato de la persona guía o empleada sobre la historia de la empresa, su desarrollo, sus mercados, sus productos o servicios, su tecnología, su cultura y sus valores.

A inicios del siglo pasado autores como Dewey (1916: 265) ya profundizan en la relación de la industria con la educación, propugnando la necesidad de visitar las empresas para hacerse eco de lo que allí ocurre: *“la reorganización educativa no puede realizarse reproduciendo meramente en la escuela las condiciones existentes en la industria. El problema no es hacer de las escuelas un apéndice de la industria y comercio, sino el de utilizar los factores de la industria para hacer a la vida escolar más activa, más llena de significación inmediata, más relacionada con la experiencia extraescolar”*. En esa misma línea, Zárata (2011: 316) hace el siguiente llamamiento: *“Habría que poner en marcha programas de colaboración entre el sector empresarial y los organismos estatales y autonómicos de educación para facilitar la visita de estudiantes a empresas, como se hace de manera expresa en Francia”*. En Francia, las autoridades educativas potencian sistemáticamente la visita a empresa en activo *“como medio para acercar a la escuela la realidad del mundo laboral, los oficios del pasado, del presente y del futuro”*. Incluso en el Informe que la Comisión de Expertos Internacionales de la UE hizo en el año 2015, una de las recomendaciones que plantea al sistema universitario se refiere a la necesidad de desarrollar *“vínculos más estrechos con la industria y otras empresas”* con el objetivo de, entre otros aspectos, aumentar la empleabilidad de las personas graduadas a través de programas de educación cooperativa (Tarrach, Egron-Polak, de Maret, Rapp y Salmi, 2015).

Conviene subrayar que en la literatura científica se referencian experiencias de estudiantes de todo tipo de edades, cursos y materias, por lo que la visita a empresa en activo puede ser una herramienta educativa útil para cualquier tipología y modalidad escolar. Asimismo, la literatura recoge visitas a todo tipo de empresas, con independencia de su sector o actividad, si bien el guión de las visitas se debería adaptar al perfil e intereses del público visitante.

Numerosos/as autores/as han experimentado y señalado las bondades pedagógicas de la visita a empresas en activo (Aguilar et al., 2010; Aranguren, Odriozola, Gómez, Rubina y López Nozal, 2008; Baines, Ball, Cooper, Dawson, Wilkinson, Woords y Kay, 2008; Capó-Vicedo, 2010; Earle y Thomas, 2011; Guenaga y Hernando, 2012, 2014; Jackson,



2015; Markom et al., 2011; Nordin, Ashrif, Zainal y Husain, 2012; Upton y Macadam, 1997; Duke, 2000; Millan, 1995; Bregman, 2011; Taylor, Hartman y Baldwin, 2015; Behrendt y Franklin, 2014; Herrington et al., 2014; Nabors, et al., 2009; Van Doren y Corrigan, 2008; Camarero et al., 2009; Ormrod, 2004). La Tabla 1 recoge una síntesis de sus aportaciones más relevantes en materia de *fortalezas* de la visita a empresa en activo, tanto para los centros educativos, como para los/as docentes y el alumnado visitante.

**TABLA 1.** Fortalezas de la visita a empresa en activo para los centros educativos, docentes y alumnado

<p>Rompe con la rutina monótona diaria.</p> <p>Posibilita aprender, comprender y experimentar de forma directa e in situ en el mundo real.</p> <p>Permite la observación directa y facilita el diálogo y el debate con trabajadores y directivos/as.</p> <p>Estimula el pensamiento.</p> <p>Permite adquirir un aprendizaje más significativo.</p> <p>Refuerza, conecta y funde la teoría con la práctica, lo abstracto con lo concreto.</p> <p>Permite reflexionar sobre la experiencia y ver cómo la teoría puede ser aplicada en una situación laboral práctica.</p> <p>Permite aprender a través de experiencias, por lo que el alumnado es más consciente de la conexión de las ideas y las acciones.</p> <p>Posibilita un aprendizaje profundo, les ayuda a adquirir conceptos que perduran en su memoria a largo plazo.</p> <p>Posibilita de manera más efectiva el desarrollo de habilidades generales y cognitivas.</p> <p>Ayuda a alcanzar objetivos de interdisciplinariedad y transversalidad dentro del curso.</p> <p>Ofrece un “case study” para el aprendizaje y el debate posterior en el aula.</p> <p>Estimula el interés, la curiosidad y la motivación.</p> <p>Disipa dudas, prejuicios, y “abre los ojos”.</p> <p>Les permite no solo recordar lo que hicieron en la visita sino por qué lo hicieron.</p> <p>Fomenta valores vinculados a los mundos del trabajo y al emprendimiento, que pueden orientar la toma de decisiones personales y profesionales.</p> <p>Incrementa su conocimiento sobre futuras profesiones: el trabajo que requiere cada profesión y cada profesional y oportunidades de trabajo en cada campo.</p> <p>Posibilita conectar diferentes disciplinas y conocer de primera mano las oportunidades y los desafíos que se le presentan al sector y a las organizaciones.</p> <p>Despierta o estimula vocaciones y favorece la inserción laboral.</p> <p>Potencia la observación y el espíritu crítico mediante la interpretación de la realidad.</p> <p>Facilita actitudes de respeto, de empatía y de valoración de los trabajos, de las profesiones y profesionales y de la realidad empresarial.</p> <p>Genera en el alumnado una actitud más positiva sobre el objeto de estudio.</p>
--

Crea una oportunidad única para un aprendizaje auténtico que no puede recrearse en un aula.  
Mejora competencias relacionadas con la resolución de problemas.  
El alumnado asimila mucho mejor y aprende de una forma amena, intrascendente, motivadora, atractiva y significativa.  
Favorece actitudes de cooperación y se amplía el círculo de personas con las que se relacionan habitualmente, ya que proporciona un ambiente para que las relaciones se den mejor.  
Favorece la construcción de relaciones con sus compañeros/as, con el personal de la institución educativa y con profesionales de la industria.

Fuente: elaboración propia

Con todo, a pesar de las citadas bondades, la visita a empresas en activo adolece también de **debilidades** que se deben conocer, considerar e intentar minimizar. En efecto, la literatura científica (Kaibel, Auwaerter y Kravcik, 2006; Aranguren et al., 2008; Aranguren, 2008; Makua, 2012a,b; Bregman, 2011; Morgan y Kox, 2012; Montonen y Tanski, 2003) constata diversos problemas desde la perspectiva de los centros educativos, del personal docente y del alumnado (Tabla 2):

**TABLA 2.** Debilidades de la visita a empresa en activo para los centros educativos, docentes y alumnado

Muchas veces las visitas no se incorporan dentro del plan de estudios (ni se evalúan).  
Limitaciones económicas y organizativas y de responsabilidad legal ante posibles accidentes o incidentes.  
Suponen una interrupción y perturbación de la dinámica escolar regular.  
Carencia de conocimientos sobre empresas visitables y de “contactos” en el ámbito empresarial.  
Los trámites para organizar una visita suelen ser complejos (contactos, encaje dentro del desarrollo del curso, gestión de permisos y ayudas, etc.)  
Dificultad para casar las metodologías tradicionales o formales con metodologías más informales.  
El desplazamiento hasta la empresa puede resultar costoso en tiempo y dinero.  
La propia visita puede comportar algún riesgo o molestia, tanto para las personas visitantes como para la propia empresa.  
Las condiciones ambientales de la visita pueden incomodar y reducir la calidad de la misma (ruido, temperatura, olor, etc.).

Fuente: elaboración propia

Si el objetivo del sistema de enseñanza-aprendizaje es conseguir que el alumnado construya conocimiento, piense y analice de manera crítica, comprenda y aplique lo aprendido y que sea activo y aprenda haciendo,

el plan de estudios debe ir mucho más allá del aula convencional y deben ser consideradas otro tipo de actividades didácticas que combinen la teoría con la práctica.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es profundizar en el estudio de la visita a empresa en activo como herramienta de aprendizaje experiencial para tener un conocimiento más preciso de su potencial. Asimismo, se quiere plantear y contrastar un modelo que muestre los efectos de la experiencia de la visita a empresa en activo sobre el aprendizaje percibido del alumnado.

## 3. METODOLOGÍA

Una vez revisada la literatura existente, trataremos de delimitar y medir la experiencia de la visita a empresa en activo como herramienta de aprendizaje y evaluar sus efectos. Con ese fin, construiremos un modelo de medida de la experiencia de la visita a empresa en activo como experiencia de aprendizaje y comprobaremos si (y cómo) la visita a empresa en activo tiene efectos directos e indirectos sobre una serie de variables de relevancia que inciden en el proceso y los resultados de enseñanza-aprendizaje.

### 3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Comenzaremos por construir un marco conceptual de la **experiencia de la visita a empresa en activo** como actividad de aprendizaje experiencial, para pasar, seguidamente, a presentar y definir las otras dos variables que son objeto de análisis y que vinculamos con la visita a empresa: el **enfoque de aprendizaje (estrategia y motivación)** que adoptan los/as estudiantes visitantes y los **resultados de aprendizaje** que perciben.

#### *Aprendizaje experiencial*

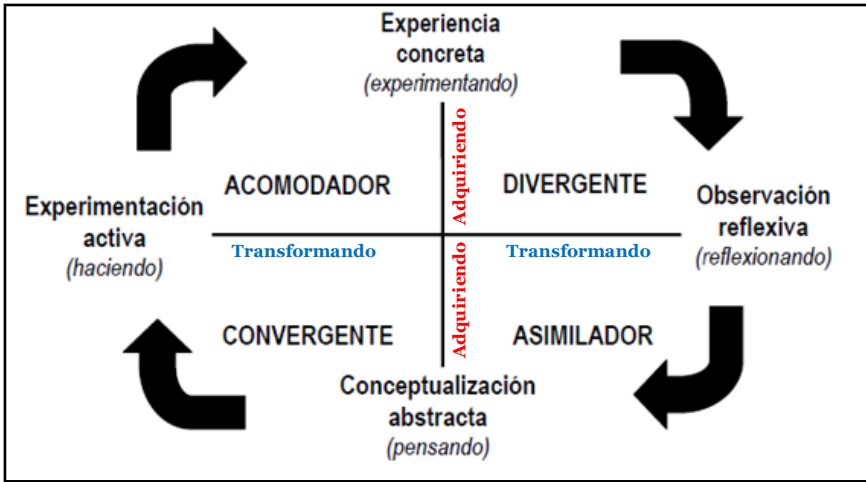
El fin principal del estudio empírico es comprobar si la experiencia de la visita a empresa en activo es educativa, analizando si (y cómo)

incorpora todas las dimensiones/fases del ciclo de aprendizaje experiencial. Para ello, nos basaremos en el modelo más popular y más frecuentemente utilizado, que es el modelo de aprendizaje experiencial de David Kolb (1983, 1984).

Según Kolb (1984: 41), el aprendizaje es “el proceso mediante el cual el conocimiento se crea a través de la transformación de la experiencia. El conocimiento resulta de la combinación de adquirir y transformar la experiencia”. El aprendizaje es, por tanto, un proceso (no un resultado) holístico de adaptación al mundo, de transacciones sinérgicas entre la persona y el entorno, a través del cual se crea el conocimiento (no se transmite). Y el aprendizaje es “re-aprendizaje”, facilitado mediante un proceso que saca a la luz las ideas y creencias que el/la estudiante tiene sobre un tema para que puedan ser examinadas, probadas e integradas con nuevas. Además, no es sólo fruto de la cognición; el aprendizaje implica el funcionamiento integrado de la persona en todo su ser (pensamiento, sentimiento, percepción, conducta).

Ese proceso se presenta idealmente como un ciclo de aprendizaje donde la persona “toca todas las bases”, es decir, las cuatro fases o dimensiones, de forma recursiva (Figura 1): así, la **experiencia concreta**, nueva, rica en estímulos, constituye la base para la **observación reflexiva**, que implica buscar sentido y explicación a lo percibido, a lo adquirido, así como a las sensaciones y emociones experimentadas; esas reflexiones son asimiladas y destiladas en forma de **conceptualización abstracta**, a partir de la cual pueden surgir nuevas implicaciones para la acción, implicaciones que pueden ser probadas activamente y servir como guías en la creación de nuevas experiencias (**experimentación activa**). Kolb (1984) señala, además, que el aprendizaje puede emerger en cualquiera de las fases del ciclo, dependiendo en gran medida del “estilo de aprendizaje preferido” de la persona: divergente, asimilador, convergente y acomodador, y sostiene que el aprendizaje es más efectivo y profundo cuando el sujeto se involucra en las cuatro fases del ciclo, hasta completarlo.

FIGURA 1. El ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb



Fuente: Elaboración propia a partir de Kolb (1984).

Como se observa en la Figura 1, las fases o dimensiones correspondientes a la experiencia concreta y la conceptualización abstracta entrañan la adquisición del conocimiento, mientras que la observación reflexiva y la experimentación activa implican la transformación del conocimiento. Más específicamente, la experiencia concreta supone la adquisición o captación del conocimiento a través de las percepciones sensoriales y/o la participación directa del/a estudiante en eventos conectados con el mundo; son experiencias diseñadas para involucrar y motivar, así como para evocar algún aspecto afectivo (sentimiento) hacia la experiencia. Algunas actividades que pueden constituir experiencias concretas son los casos, los debates de clase, los videos, las historias o anécdotas personales, o las salidas didácticas al campo, a museos, a **empresas en activo**, etc. Las experiencias concretas obtenidas a través de esas actividades les permiten salvar la brecha percibida entre su aprendizaje académico y el “mundo real”. De manera similar, el conocimiento también puede ser adquirido a través de la conceptualización abstracta, mediante la cual se expande su aprendizaje integrando teorías y conceptos en el proceso. El alumnado se vale así de la información, conceptos y teorías más relevantes para dar sentido y comprender la experiencia vivida, planteando hipótesis tentativas y/o formulando generalizaciones; esto

es, trata de transformar su experiencia concreta en conocimientos simbólicos y abstractos, mediante tareas de construcción de modelos, críticas a modelos y teorías, mapas conceptuales, etc.

Por otra parte, la observación reflexiva es una fase del ciclo de aprendizaje experiencial que implica que el alumnado transforme el conocimiento a través de la ponderación y la reflexión de sus sentimientos, emociones, cuestiones y juicios relativos a la experiencia. Reflexiona y analiza objetivamente su propia experiencia y cómo ésta se relaciona con otras experiencias y cómo puede ser integrada en fases de aprendizaje posteriores. Por último, la fase de experimentación activa también conlleva la transformación del conocimiento, se centra en la interacción del alumnado con el medio ambiente e implica la prueba, el uso o la aplicación de los conceptos y las teorías en la práctica, a través de actividades del “mundo real”, tales como trabajos de campo, proyectos, estudios de casos “activos”, simulaciones, laboratorios, proyectos de consultoría y —por supuesto— **visitas a empresas en activo**. Se pone el énfasis en la “acción”, en “hacer”, con los estudiantes integrando teorías, conceptos o procesos con estas actividades del “mundo real” para así crear/construir resultados prácticos (Kolb, 1984; Kolb et al., 2014; Frontczak, 1998; Young, 2002; Young et al., 2008).

En nuestro estudio empírico concebimos la visita a empresa en activo como una actividad de aprendizaje experiencial que permite la construcción y transformación de un conocimiento contextualizado y significativo. Concebimos, así, la visita a empresa en activo como una experiencia holística que incorpora las cuatro fases o dimensiones del ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb, haciendo especial énfasis en los aspectos más concretos, tangibles, prácticos y “realistas”.

### ***Enfoque profundo de aprendizaje***

La siguiente variable que incorporamos a nuestro estudio es el “enfoque de aprendizaje”, para enfatizar el entorno de aprendizaje y sus efectos en el nivel de aprendizaje y ver la adaptación de estrategias de estudio que realiza el alumnado para afrontar distintas tareas, distinguiéndose dos patrones de comportamiento bien definidos y diferenciados (Biggs, 1999; Biggs et al., 2001; Recio y Cabero, 2005; De la Fuente et al.,

2008): i) Algunos/as estudiantes adoptan un “enfoque profundo”, que se presenta como la orientación “natural” hacia el aprendizaje: se caracteriza por una motivación “intrínseca” y adopta estrategias que llevan a la “comprensión” de la materia; el/la estudiante se mueve por un alto interés y un elevado grado de implicación en lo que está aprendiendo; quiere descubrir el significado de lo que se va a aprender, estableciendo relaciones con experiencias y conocimientos previos (a través de la discusión, la reflexión, etc.); ii) Otros/as estudiantes adoptan un “enfoque superficial”, pasivo, que se compone de una motivación “extrínseca” y utiliza como estrategias la “memorización” y la “reproducción mecánica” (en el examen); se caracteriza por un objetivo puramente pragmático y utilitarista, por trabajar solo lo estrictamente necesario, y por “cumplir” mínimamente con los requisitos de la evaluación.

Cabe destacarse los esfuerzos que se han realizado por desarrollar escalas e instrumentos de medida para identificar y analizar el enfoque de aprendizaje que adopta el estudiante, bien sea un enfoque profundo o bien sea un enfoque superficial. La escala desarrollada, revisada y refinada por Biggs et al. (2001) es, seguramente, la más ampliamente aceptada y utilizada, y será, también, la que nosotros adoptemos y adaptemos en este estudio empírico.

### ***Resultados de aprendizaje percibidos***

La tercera variable que incorporamos es la de “resultados de aprendizaje” (resultados que bien el/la estudiante objetivamente obtiene o bien subjetivamente percibe que obtiene). Así, el proceso de enseñanza-aprendizaje es considerado efectivo cuando mejora los resultados del alumnado, de una forma coherente con los objetivos docentes planteados (Marsh, 1987; Marsh y Hocevar, 1991). En efecto, Marsh (1987: 286) argumenta que “*el aprendizaje del estudiante es probablemente el criterio más aceptado para evaluar la efectividad docente*”.

Sin duda, el rendimiento académico o los resultados de aprendizaje han sido ampliamente investigados desde perspectivas diferentes en las últimas décadas. Además, se han utilizado múltiples “medidas” para representar y operativizar tales resultados, desde la calificación o nota obtenida en el examen, el rendimiento en tests aptitudinales, el razonamiento

de nivel superior, la transferencia del aprendizaje o la percepción del propio estudiante de su aprendizaje general (Young, 2002; Young et al., 2008; Fenollar et al., 2008; Küster y Vila, 2015; Vallet-Bellmunt, Rivera-Torres, Vallet-Bellmunt y Vallet-Bellmunt, 2017).

Con todo, desde un punto de vista teórico, puede considerarse que el aprendizaje va más allá de la adquisición de conocimientos a través exclusivamente del procesamiento cognitivo de información; y puede asimismo considerarse que los resultados de aprendizaje van también más allá de la tradicional calificación o nota. En efecto, según McCloy, Campbell y Cudeck (1994), el rendimiento académico puede ser definido como un constructo multidimensional que engloba las conductas o acciones que son relevantes para los objetivos de la materia o del curso y que están relacionadas con los conocimientos adquiridos, los procedimientos aprendidos, las destrezas desarrolladas y el esfuerzo voluntariamente realizado. Y en ese sentido, Young et al. (2003) desarrollan el concepto de “aprendizaje percibido del estudiante”, que se refiere a la evaluación subjetiva realizada por el estudiante acerca del incremento de sus conocimientos, el desarrollo de sus competencias y destrezas y el esfuerzo realizado en una clase/actividad particular en relación a otras clases/actividades. Además, Young et al. (2003) elaboran una escala para medir el “aprendizaje percibido”, que con posterioridad ha sido profusamente utilizada.

En nuestro estudio empírico adoptaremos también esta escala, aunque adaptada a nuestro contexto y objetivos; y comprobaremos si (y cómo) la experiencia de la visita a empresa en activo influye o no, de manera directa y/o indirecta, sobre el aprendizaje percibido del alumnado y también si influye o no (y, en su caso, cómo) sobre y mediante el enfoque profundo de aprendizaje.

### 3.2. DEFINICIÓN, FORMULACIÓN DEL MODELO Y JUSTIFICACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

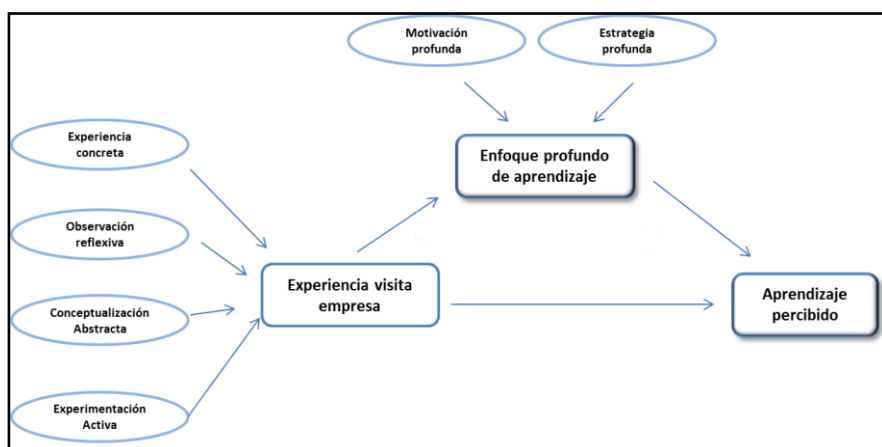
A continuación, se presentan los instrumentos empleados para cuantificar los conceptos teóricos considerados en el estudio: la “experiencia de la visita a empresa en activo”, el “enfoque profundo de aprendizaje” y el “aprendizaje percibido” por parte del propio alumnado visitante.



Como se ha mencionado, el planteamiento del modelo parte de trabajos anteriores, en los que se han utilizado escalas que ya han sido validadas, por lo que se utilizan estas herramientas con las pertinentes adaptaciones.

En la Figura 2 ilustramos nuestro modelo teórico, así como las hipótesis que queremos plantear. Así, por una parte, proponemos que la “experiencia de la visita a empresa en activo”, concebido como actividad de aprendizaje experiencial, es un constructo multidimensional formado por cuatro fases o dimensiones: “experiencia concreta”, “observación reflexiva”, “conceptualización abstracta” y “experimentación activa”.

**FIGURA 2.** Modelo teórico



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, postulamos las siguientes hipótesis, que inmediatamente después pasamos a desarrollar y justificar:

**H1:** La “experiencia de la visita a empresa en activo” está relacionada de forma positiva con el “aprendizaje percibido”.

**H2:** La relación entre la “experiencia de la visita a empresa en activo” y el “aprendizaje percibido” está mediada positivamente por el “enfoque profundo de aprendizaje” que adopta el alumnado visitante en la visita.

En cuanto a nuestra hipótesis H1, de la literatura revisada se desprende de forma clara que visitar una empresa contribuye positivamente a los

resultados de aprendizaje que percibe el/la estudiante visitante. Así lo sugieren, Vollaro (2002), Upton y Macadam (1997), Capó-Vicedo (2010), Hartman (2005), Van Doren y Corrigan (2008), Markom et al. (2011), Aguiar et al. (2010), Earle y Thomas (2011), Al-Atabi, Shamel, Chung, Padmesh y Mahdi (2013), Guenaga y Hernando (2014), Brown (2014), entre otros.

Con la hipótesis H2 planteamos que la visita a empresa en activo provoca un enfoque profundo de aprendizaje en el/la visitante y, por ende, incrementa su aprendizaje percibido. Esa hipótesis de mediación resulta consistente, además, con la propia argumentación de Dewey (1938) de que una mera experiencia, en sí misma y por sí misma, no siempre resulta ser educativa.

### ***Medidas utilizadas***

A partir de la revisión de la literatura previa se han empleado una serie de escalas multi-ítem para medir las diferentes dimensiones de la experiencia de la visita a empresa en activo, el enfoque profundo de aprendizaje y el aprendizaje percibido.

Así, se ha construido la visita a empresa en activo como una experiencia de aprendizaje (VISIT) a partir de las dimensiones o fases del ciclo de aprendizaje experiencial más aceptadas en la literatura (Kolb, 1983, 1984; Kolb y Kolb, 2005, 2008, 2013; Kolb et al., 2014; Frontczak, 1998; Young, 2002; Young et al., 2008). Así, se conceptualiza la “experiencia de la visita a empresa en activo” como un constructo multidimensional, dando lugar a un modelo de orden superior.

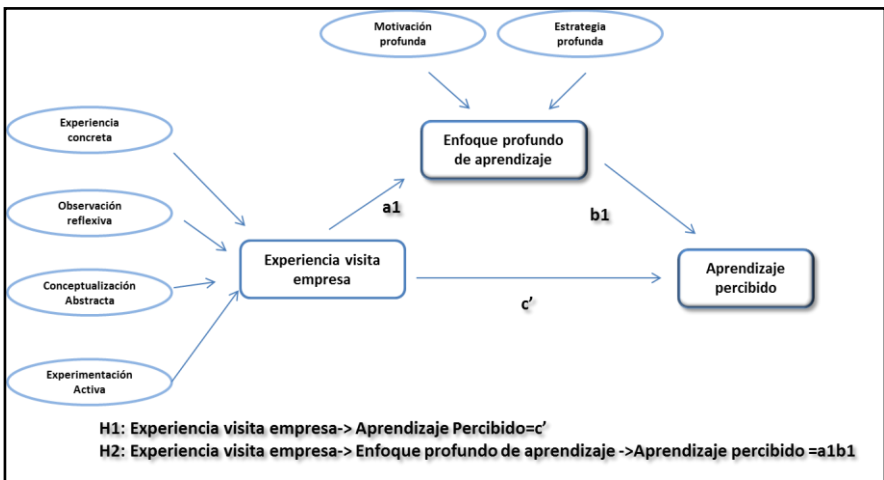
De este modo, el constructo experiencia de la visita a empresa en activo queda especificado como un composite de segundo orden con cuatro constructos latentes de primer orden formativos. Además, cada uno de estos constructos latentes de primer orden es medido a través de múltiples indicadores reflectivos. Para la medición de los diferentes componentes (dimensiones) de la experiencia de la visita a empresa en activo incluidos en el estudio (experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa) se ha adaptado la escala de Young et al. (2008). La escala consta de 12 ítems, asignándose tres a cada una de las cuatro dimensiones/fases, que debían ser valorados

en una escala Likert de 7 puntos, de 1 (totalmente en desacuerdo) a 7 (totalmente de acuerdo).

El enfoque profundo de aprendizaje se ha medido a través de una escala adaptada de Biggs et al. (2001) y también se ha modelizado como un composite de segundo orden formado por dos sub-dimensiones (motivación y estrategia), si bien éstas últimas son medidas a partir de indicadores reflectivos. En total, se compone de 9 ítems (5 ítems correspondientes a la motivación profunda y 4 ítems correspondientes a la estrategia profunda), que debían valorar de 1 a 7 (siendo 1=totalmente en desacuerdo y 7=totalmente de acuerdo).

La escala empleada para medir los resultados de aprendizaje percibidos se ha adaptado del trabajo de Young et al. (2003). Consta de 5 ítems, que debían ser valorados en una escala Likert de 7 puntos, de 1 (muy baja) a 7 (muy elevada).

**FIGURA 3.** Modelo de mediación



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. TRABAJO DE CAMPO: LA RECOGIDA DE DATOS. PROCEDIMIENTO Y MUESTRA

El estudio empírico se basa en las visitas realizadas a 7 empresas ubicadas en el País Vasco en compañía de un total de 192 estudiantes de la

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), a quienes se encuestó inmediatamente antes y después de la visita (rellenando anónimamente un cuestionario autoadministrado relativo a la visita y entregado en mano, antes y después). Nuestra muestra incluye, por tanto,  $n = 192$  estudiantes visitantes, para una población estudiantil total de aproximadamente 40.000 estudiantes en la UPV/EHU.

El alumnado visitante de la muestra pertenecía a muy diversas titulaciones y las visitas programadas correspondían a asignaturas o materias también muy variadas, tales como, ingeniería, biología, química o gestión de negocios. Por su parte, las siete empresas visitadas también pertenecían a sectores y ramas de actividad muy diversas: Mercedes-Benz, Vicrila, Eroski, IK4-Tekniker, Irizar, Cafés El Abra y Mahou-San Miguel. Se trata de empresas muy distintas entre sí (industriales, tecnológicas, de distribución, fabricantes de bienes de consumo, etc.), que operan bien en el ámbito de business-to-business (B2B) o bien en el de business-to-consumer (B2C), con una ubicación, tamaño y antigüedad también diferentes. Con ello pretendemos evidenciar que cualquier tipo de titulación o asignatura puede recurrir a las visitas a empresas como vehículo formativo; y que, en principio, cualquier empresa puede abrir las puertas al público (en este caso, a colectivos universitarios) para su visita y experimentación, transformándose así en auténticas “aulas vivientes”.

## 4. RESULTADOS-DISCUSIÓN

### 4.1. ANÁLISIS DE LOS DATOS E INTERPRETACIÓN.

La técnica utilizada para el análisis de las variables y el contraste de las hipótesis ha sido PLS (Partial Least Squares) y, según nuestro modelo (Figura 3), H2 representa hipótesis de mediación, que indica cómo una variable independiente (la experiencia de la visita a empresa en activo, en adelante VISIT) afecta a una variable dependiente (aprendizaje percibido, en adelante APRE) a través de la mediación de variables (enfoque profundo de aprendizaje, en adelante EPA).

El efecto total del constructo VISIT de los visitantes en APRE (c) puede llegar a través de una variedad de fuerzas directas e indirectas (Hayes, 2009). En la Figura 3, el efecto total de la experiencia de la visita a empresa en activo de los estudiantes visitantes (VISIT) se puede expresar como la suma de los efectos directos e indirectos, siendo estos últimos estimados por el producto de los coeficientes de trayectoria para cada uno de los caminos de la cadena mediadora (Alwin y Hauser, 1975). Por lo tanto,  $c = c' + a_1b_1$ ; con ese último término se especifica el efecto indirecto, en este caso, el efecto indirecto total (Hayes, 2009), mientras que  $c'$  es el efecto directo de la experiencia de la visita a empresa en activo del público visitante (H1), bajo la influencia de la variable mediadora (EPA) (Taylor, MacKinnon y Tein, 2008). La ventaja de este enfoque es que es capaz de aislar el efecto indirecto de la variable mediadora, es decir, la variable EPA (H2:  $a_1b_1$ ).

### ***Modelo de medida***

En general, para la validación de las escalas de medida se seguirá un proceso secuencial que se ajusta a las propuestas de Churchill (1979) y Deng y Dart (1994), y que pretende estudiar la fiabilidad, validez y la dimensionalidad de las escalas analizadas. Así, todos los análisis de fiabilidad y validez realizados (Fornell y Larcker, 1981; Hair et al., 2014) confirman que la experiencia de la visita a empresa en activo (VISIT) y la estrategia profunda de aprendizaje (EPA) parecen exhibir cualidades de medición satisfactoria y adecuada. Esto demuestra la validez de la medición adecuada de los modelos de segundo orden (Tabla 3).

**TABLA 3.** *Fiabilidad, coeficientes validez convergente y discriminante.*

		Fiabilidad Com-puesta	$\alpha$	AVE	Cargas	Pesos	t	VISIT	EPA	APRE
Experiencia de la visita a empresa en activo (VISIT)	CON	na	na	Na	.825***	.052ns	0.620	na		
	EXP				.874***	.413***	5.034			
	APLI				.834***	.281**	3.235			
	REF				.890***	.407***	4.861			
Estrategia profunda aprendizaje (EPA)	MOT	na	na	Na		534***	7.871	.806	na	
	EST					550***	7.875			
Aprendizaje percibido (APRE)	APRE1	.923	.896	.707	.829***	-	27.147	.732	.767	.841
	APRE2				.881***	-	36.938			
	APRE3				.797***	-	23.910			
	APRE4				.883***	-	48.087			
	APRE5				.810***	-	30.625			

\*\* p< 0.01; \*\*\* p< 0.001

\*Los elementos de la diagonal (negrita) son la raíz cuadrada de la varianza compartida entre los constructos y su medida (AVE). Los elementos por debajo de la diagonal son las correlaciones entre los constructos.

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, el modelo estructural se evalúa a partir del signo, magnitud y significatividad de los coeficientes path, del R2 y del test de relevancia predictiva Q2 (Geisser, 1975; Stone, 1974). Consistente con Hair, Christian y Sarstedt (2011), se emplea un bootstrapping (5.000 submuestras) para generar los errores estándares y el estadístico t, permitiéndonos la evaluación de la significatividad de los coeficientes path. Asimismo, se muestra el intervalo de confianza de los coeficientes de regresión estandarizados. “Si un intervalo de confianza para un coeficiente path estimado  $w$  no incluye el cero, la hipótesis que  $w$  es igual a cero es rechazada” (Hensler et al., 2009: 306). Se aplica el enfoque de percentil, ya que tiene ventaja de ser una distribución completamente libre (Chin, 2010).

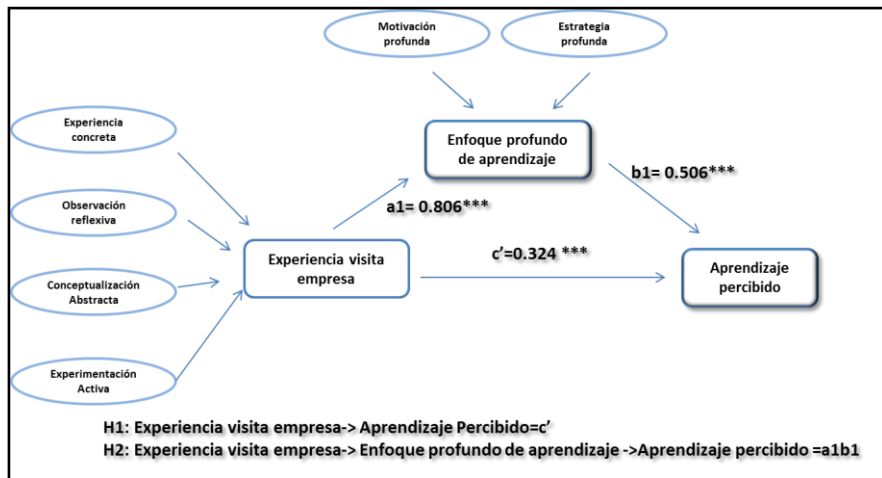
**TABLA 4.** Efecto sobre la variable endógena.

Efecto sobre la variable endógena	Efecto directo	t (bootstrap)	Percentil Bootstrapping, 95% intervalo confianza	Varianza explicada
Estrategia profunda de aprendizaje-EPA ( $R^2=0,650/Q^2=0,518$ ) Experiencia de la visita a empresa en activo (a1)	0.806***	29,506	[0.741; 0.850] Sig	65%
Aprendizaje Percibido-APRE ( $R^2=0,626/Q^2=0,409$ ) H1: Experiencia de la visita a empresa en activo (c') Enfoque profundo aprendizaje (b1)	0.324*** 0.506***	3,406 5,488	[0.160; 0.504]Sig [0.317; 0.662] Sig	23,72% 38,88%

\* $t(0.05, 4999)=1.645158499$ ,  $t(0.01, 4999)=2,327094067$ ,  $t(0.001, 4999)=3,091863446$ .  
Sig denota efecto directo significativo al 0.05  
\*\*\*  $p < 0.001$

Fuente: elaboración propia

**FIGURA 4.** Contraste de hipótesis



Fuente: Elaboración propia a partir de Kolb (1984).

Si analizamos la Figura 4, vemos que todos los efectos directos descritos son significativos, ya que sobrepasan el límite mínimo establecido por la distribución t-Student de una cola con  $n-1$  grados de libertad ( $n$ =número de remuestreo). Además, este resultado es corroborado con la

construcción del intervalo de confianza del 95% tras aplicar el procedimiento Bootstrap con 5.000 submuestras. Los resultados se recogen en la Tabla 5.

El análisis de los resultados muestra que la H1 no se rechaza. La experiencia de la visita a empresa en activo afecta positivamente en el aprendizaje percibido por el alumnado. El modelo muestra validez predictiva para todas las variables dependientes y está explicando el 62,6% de la varianza del constructo Aprendizaje percibido (APRE). Asimismo, una medida habitual de medición de la relevancia predictiva es el test Q2 para cada constructo dependiente (Geisser, 1975; Stone, 1974); si los valores son superiores a cero, el modelo tiene relevancia predictiva; por el contrario, si el valor es menor o igual que cero, el modelo carece de ella. Los resultados se muestran en la Tabla 5 y manifiestan que el modelo presenta relevancia predictiva para las dos variables: Aprendizaje percibido (APRE) y enfoque profundo de aprendizaje (EPA).

**TABLA 5.** Resumen test de mediación

Efecto Total		Efecto Directo de la VISIT en APRE			Efecto Indirecto de la VISIT en APRE			
Coefficiente	Valor t		Coefficiente	Valor t		Estimación puntual	Bootstrap percentil/ intervalo de confianza 95%	
0.732 ...	18.249						Inferior	Superior
		H1	0.324***	3,406				
					H2=a1b1 (vía EPA)	0.407***	0.255	0.540

t(0.05, 4999)=1.645158499, t(0.01, 4999)=2,327094067, t(0.001, 4999)=3,091863446. Sig denota efecto directo significativo al 0.05  
\*\*\* p< 0.001

Fuente: elaboración propia

Para testar la mediación (H2) se ha seguido la analítica propuesta por Nitzl, Roldan y Cepada (2016). Ha sido especificado y contrastado el efecto indirecto con la variable mediadora (EPA) así como el efecto directo (H1:c'). Así, la experiencia de la visita a empresa en activo (VISIT) tiene un efecto total positivo sobre el aprendizaje percibido del



alumnado (APRE). Efecto que se mantiene cuando se introducen las variables mediadoras (H1:c'). Esto significa que la estrategia profunda de aprendizaje (APE) media parcialmente la relación entre la experiencia de la visita a empresa en activo y el aprendizaje percibido por el alumnado. No se rechaza ninguna de las hipótesis planteadas. Por lo tanto, el análisis muestra, por un lado, que la actividad de aprendizaje experiencial “Visita a empresa en activo” afecta tanto directamente como indirectamente (a través del enfoque profundo de aprendizaje) y con signo positivo al aprendizaje percibido del alumnado visitante. Y, por otro lado, revela también que el aprendizaje que el alumnado percibe es ocasionado fundamentalmente por la experiencia concreta, la observación reflexiva y la experimentación activa.

## 5. CONCLUSIONES

Tomando como marco de referencia la teoría y el modelo de aprendizaje experiencial de David Kolb (Kolb, 1983, 1984; Kolb y Kolb, 2005, 2013; Kolb et al., 2014) y basándonos en la escala desarrollada por Young et al. (2008) para medir las actividades de aprendizaje experiencial, hemos adaptado su conceptualización y su escala al contexto específico de la visita a empresa en activo.

Se plantea que la experiencia de la visita a empresa en activo puede provocar una serie de efectos directos e indirectos sobre los/as estudiantes visitantes en términos de “enfoque profundo de aprendizaje” que adoptan y “resultados de aprendizaje” que perciben. Así, se testa el modelo mediante la experiencia de 192 estudiantes que visitan 7 empresas, para concluir que la experiencia de la visita a empresa en activo genera efectos positivos y significativos tanto sobre los resultados de aprendizaje percibidos por el alumnado visitante (en cuanto a los conocimientos adquiridos, las competencias desarrolladas, el esfuerzo realizado, las destrezas cultivadas y los deseos de aprender más) como sobre su motivación y estrategias de aprendizaje. Y hemos evidenciado, asimismo, que la relación entre la experiencia de la visita a empresa en activo y el aprendizaje percibido está mediada parcialmente por el enfoque

profundo de aprendizaje (motivación y estrategia profundas) que la visita genera en el alumnado visitante.

El trabajo, por tanto, aporta evidencias empíricas sobre la importancia que atesora para el profesorado apostar por la apertura de las puertas del aula y la inmersión del alumnado en el “mundo real” de las empresas en activo, para vivir, con todos los sentidos, una experiencia de aprendizaje profunda y significativa. Gracias a las fortalezas que presenta para el alumnado, las visitas a empresas en activo pueden satisfacer las nuevas necesidades de enseñanza-aprendizaje.

### ***Limitaciones***

Entre las limitaciones del estudio podemos destacar las siguientes: i) que se basa en percepciones subjetivas del alumnado, tanto al valorar su vivencia de la visita como, sobre todo, al evaluar los resultados obtenidos; ii) que los resultados del estudio pueden estar sujetos a diversos sesgos muestrales, por tratarse de estudiantes/visitantes que pertenecen a muy diversas titulaciones, materias y cursos; iii) que la heterogeneidad de las empresas visitadas ha podido originar algún sesgo o distorsión a los resultados.

## **8. REFERENCIAS**

- Aguiar, G.F., Peinado, J., Cunha, J.C. y Aguiar, B.C.X.C. (2010). Las visitas técnicas a empresas como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje en Ingeniería Mecánica, *Formación Universitaria*, 3(5), 21-28.
- Al-Atabi, M., Shamel, M.M., Chung, E., Padmesh, T.N.P. y Mahdi, A.S. (2013). The use of industrial visits to enhance learning at engineering courses. *Journal of Engineering Science and Technology*, 1-7.
- Aranguren, G., Odriozola, I., Gómez, J., Rubina J.M. y López Nozal, L.A. (2008). Las visitas a empresas electrónicas. Comunicación presentada al VIII Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- Baines, T.S., Ball, P., Cooper, S., Dawson, P., Wilkinson, S., Woords, M. y Kay, J.M. (2008). An exploration of policies and practices used to showcase production facilities. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B – Journal of Engineering Manufacture*, 222(9), 1181-1188.

- Behrendt, M. y Franklin, T. (2014). A review of research on school field trips and their value in education. *International Journal of Environmental & Science Education*, 9, 235-245.
- Bregman, W.J. (2011). *Industrial tourism visits: the role of company tours within companies' strategies*. (Master Thesis). Erasmus University Rotterdam, Holanda.
- Biggs, J.B. (1999). *Teaching for quality learning at university*. Buckingham: Open University Press.
- Biggs, J.B., Kember, D. y Leung, D.Y. (2001). The revised two factor study process questionnaire: R SPQ2F. *British journal of educational psychology*, 71(1), 133-149.
- Brown, S.L. (2014). Science teacher educator's partnership experiences teaching urban middle school students in multiple informal settings. *Science Teacher Educators as K-12 Teachers*, 149-168. Springer Netherlands.
- Camarero, C., Rodriguez, J. y San José, R. (2010). A comparison of the learning effectiveness of live cases and classroom projects. *International Journal of Management Education*, 8(3), 83-94.
- Capó-Vicedo, J. (2010). Docencia de asignaturas de gestión en una ingeniería. Utilización de metodologías activas de aprendizaje. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 3(2), 97-111.
- Chin, W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. En G.A. Marcoulides (Ed.). *Modern methods for business research* (pp 295-336). Lawrence Erlbaum Associates, Publisher.
- Churchill Jr, G. A. (1979). A paradigm for developing better measures of marketing constructs. *Journal of marketing research*, 64-73.
- De la Fuente, J., Pichardo, M. C., Justicia, F., y Berbén, A. (2008). Enfoques de aprendizaje, autorregulación y rendimiento en tres universidades europeas. *Psicothema*, 20(4), 705-711.
- Deng, S. y Dart, J. (1994). Measuring market orientation: a multi-factor, multi-item approach. *Journal of marketing management*, 10(8), 725-742.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and education*. New York: MacMillan.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: MacMillan.
- Duke, C. (2000). Study abroad learning activities: a synthesis and comparison. *Journal of Marketing Education*, 22(2), 155-165.
- Earle, V. y Thomas, M. (2011). *Experiences of taking students on business trips: with recommendations for organising succesful business trips*. Working Paper of the University of Hertfordshire Business School. University of Hertfordshire. *Journal of Business Research*, 64(10), 1052-1059.

- Fenollar, P., Cuestas, P.J. y Román, S. (2008). Antecedentes del rendimiento académico: aplicación a la docencia en marketing. *Revista Española de Investigación de Marketing*, 12(2), 7-24.
- Fornell, C. y Larcker, D.F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research* (Pre-1986), 18(1), 39.
- Frontczak, N. T. (1998). A paradigm for the selection, use and development of experiential learning activities in marketing education. *Marketing Education Review*, 8(3), 25-33.
- Geisser, S. (1975). The predictive sample reuse method with applications. *Journal of the American Statistical Association*, 70, 320-328.
- Guenaga, G. y Hernando, G. (2012). Visita a empresa: una herramienta educativa para la universidad y una herramienta de marketing para la empresa. *Revista Turismo & Desarrollo*, N° Especial 1, 77-92.
- Guenaga, G. y Hernando, G. (2014). La experiencia de visita a empresa como vehículo de aprendizaje experiencial. Comunicación presentada al *Congreso Internacional de la Sociedad Española de Estudios de la Comunicación Iberoamericana (SEECI)*, Madrid.
- Hair, J.F., Christian, M.R. y Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19 (2), 139-51.
- Hair, J.F., Hult, G.T.M., Ringle, C.M. y Sarstedt, M. (2014). *A primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Hartman, J.S. (2005). An industrial chemistry course that optimizes the value of plant tours. *J. Chem. Educ.*, 82(2), 234-239.
- Hayes, A.F. (2009). Beyond Baron and Kenny: Statistical mediation analysis in the new millennium. *Communication Monographs*, 76(4), 408–420.
- Henseler, J., Ringle, C.M. y Sinkovics, R.R. (2009). The use of partial least squares path modeling in international marketing. *Advances in International Marketing*, 20, 277–320.
- Herrington, J., Reeves, T.C., y Oliver, R. (2014). Authentic learning environments. En *Handbook of research on educational communications and technology*, 401-412. Springer New York.
- Jackson, P. (2015). Extending learning beyond the classroom. *Teaching Business & Economics*, 19(3), 29-32.
- Kaibel, A., Auwaerter, A. y Kravcik, M. (2006). Guided and interactive factory tours for schools. *Proceedings of the First European Conference on Technology Enhanced Learning*, October 1st-4h, Crete, Greece: Springer.

- Kolb, A. y Kolb, D.A. (2005). Learning styles and learning spaces: enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning Education*, 4(2), 193-212.
- Kolb, A. y Kolb, D.A. (2008). *Experiential Learning Theory: A dynamic, holistic approach to management learning, education and development*. Education and Development Department of Organizational Behavior. Western Reserve University working paper.
- Kolb, A. y Kolb, D.A. (2013). *The Kolb learning style inventory 4.0: A comprehensive guide to the theory, psychometrics, research on validity and educational applications*. Boston: Hay Resources Direct.
- Kolb, A., Kolb, D.A., Passarelli, A. y Sharma, G. (2014). On becoming an experiential educator: The educator role profile. *Simulation & gaming*, 45(2), 204-234.
- Kolb, D.A. (1983). Problem management: Learning from experience. *The executive mind*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Kolb, D.A. (1984). *Experiential Learning. Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Küster, I. y Vila, N. (2015). El docente universitario y sus efectos en el estudiante. *Estudios sobre Educación*, 23, 157-182.
- Makua, A. (2012a). El potencial de la visita a industria viva para la vivencia de experiencias significativas: claves para su desarrollo. *Revista Turismo & Desenvolvimento*, N° Especial 1, 19-36.
- Makua, A. (2012b): *La visita a industria viva en Euskadi. Análisis turístico desde las claves del ocio humanista*. (Tesis Doctoral). Bilbao: Universidad de Deusto.
- Marcon, A. (2012). *La visite d'entreprise, un projet de territoire!* Assemblée des Chambres Françaises de Commerce et D'Industrie.
- Markom, M., Khalil, M., Mison, R., Othman, N., Abdullah, A. y Mohamad, A. (2011). Industrial talk and visit for Students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 18, 674-682.
- Marsh, H.W. (1987). Student evaluations of university teaching: Research findings, methodological issues and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, 11(3), 253-388.
- Marsh, H.W. y Hocevar, D. (1991). Students' evaluations of teaching effectiveness: the stability of mean ratings of the same teachers over a 13-year period. *Teaching & Teacher Education*, 7(4), 303-314.
- McCloy, R.A., Campbell, J. y Cudeck, R. (1994). A confirmatory test of a model of performance determinants. *Journal of Applied Psychology*, 79, 493-505.

- Millan, D.A. (1995). Field trips: Maximizing the experience. En B. Horwood (Ed.), *Experience and the curriculum* (pp. 123-144). Dubuque, IA: Kendall/Hunt.
- Montonen, H. y Tanski, M.B. (2003). *The factory experience: experience marketing to the end consumer*. (Master of Tourism and Hospitality Management). Göteborg University, Göteborg.
- Morgan, C.K. y Cox, R. (2012). An authentic learning design for farm tours. *Journal of Learning Design*, 1(2), 66-72.
- Nabors, M.L., Edwards, L.C. y Murray, R.K. (2009). Making the case for field trips: What research tells us and what site coordinators have to say. *Education* 129(4), 661-667.
- Nitzl, C.; Roldan, J.L. y Cepada, G. (2016): Mediation analysis in partial least squares path modeling. Helping researchers discuss more sophisticated models. *Industrial Management & Data Systems*, 116 (9), 1849-1864.
- Nordin, R., Ashrif, A., Zainal, N. y Husain, H. (2012). Preliminary study on the impact of industrial talks and visits towards the outcome based education of engineering students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 60, 271-276.
- Ormrod, N. G. (2004). *The use of guest speakers, company visits and professional bodies' events in the curriculum*. Manchester Metropolitan University Cheshire. UK.
- Recio, M.A. y Cabero, J. (2005). Enfoques de aprendizaje, rendimiento académico y satisfacción de los alumnos en formación en entornos virtuales. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (25), 93-115.
- Stone, M. (1974). Cross validatory choice and assessment of statistical predictions. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 36 (2), 111-113.
- Tarrach, R., Egron-Polak, E., de Maret, P., Rapp, J.M. y Salmi, J. (2015). Audacia para llegar lejos: universidades fuertes para la España del mañana. *Informe de la Comisión de Expertos Internacionales de la UE*, 21(09), 2011.
- Taylor, A., MacKinnon, D. y Tein, J. (2008). Tests of the three-path mediated effect. *Organizational Research Methods*, 11(2), 241-269.
- Taylor, L., Hartman, C. y Baldwin, E. (2015). Fostering student engagement through a multi-day industry tour. *A Journal of Leisure Studies and Recreation Education*, 2, 40-52.
- Upton, D.M. y Macadam, S.E. (1997). Why (and how) to take a plant tour. *Harvard Business Review*, 75(3), 97-106.

- Vallet-Bellmunt, T., Rivera-Torres, P., Vallet-Bellmunt, I. y Vallet-Bellmunt, A. (2017). Aprendizaje cooperativo, aprendizaje percibido y rendimiento académico en la enseñanza del marketing. *Educación XXI*, 20(1).
- Van Doren, D. y Corrigan, H.B. (2008). Designing a marketing course with field site visits. *Journal of Marketing Education*, 30(3), 189-206.
- Vargas, A.S. (2004). Antes y después de las inteligencias múltiples. *Revista Electrónica Educare* (7), 91-104.
- Vollaro, M.B. (2002). Field Trips: An innovative approach in teaching “Manufacturing Processes” to traditional undergraduates. *Age*, 7, 1.
- Young, M.R. (2002). Experiential learning= hands-on+ minds-on. *Marketing Education Review*, 12(1), 43-51.
- Young, M.R., Caudill, E.M. y Murphy, J.W. (2008). Evaluating experiential learning activities. *Journal for Advancement of Marketing Education*, 13, 28-40.
- Young, M.R., Klemz, B.R., y Murphy, J.W. (2003). Enhancing learning outcomes: The effects of instructional technology, learning styles, instructional methods, and student behavior. *Journal of Marketing Education*, 25(2), 130-142.
- Zárate, M.A. (2011). La visita de empresa, otra forma de hacer turismo. *Estudios Geográficos*, 72(270), 291-321.

EL DESEADO AJUSTE UNIVERSIDAD-EMPRESA.  
EL ‘LEARNING BY DOING’ APLICADO A  
LOS PROCESOS DE EVALUACIÓN COMO ACTIVADOR  
DEL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

---

ANALÍA LÓPEZ-CARBALLEIRA

*Universidad de Santiago de Compostela*

M<sup>o</sup> ÁNGELES LÓPEZ-CABARCOS

*Universidad de Santiago de Compostela*

## 1. INTRODUCCIÓN

La desconexión entre la universidad y la empresa es uno de los grandes retos presentes en el ámbito educativo y empresarial (Casado-Aranda et al., 2021; Plaza Casado et al., 2018). La gran competitividad global, así como entornos laborales cada vez más complejos, en constante cambio y caracterizados por una gran imprevisibilidad, provocan un desajuste entre las habilidades y competencias que adquiere el alumnado en los estudios superiores y las demandadas por las empresas (Seow et al., 2019). Este hecho dificulta la posibilidad de los graduados de insertarse e integrarse de una manera rápida y fácil en el mundo laboral y de ser capaces de comprender y enfrentarse con seguridad y determinación a la realidad empresarial. Por tanto, la adquisición y desarrollo de competencias profesionales a través de la experiencia puede ayudar a conectar el mundo universitario (académico) con el mundo profesional (real) (Leal-Rodriguez & Albort-Morant, 2019; Marzo-Navarro & Berne-Ma-nero, 2023).

La formación en adquisición y desarrollo de competencias profesionales requiere de actividades curriculares con un enfoque más práctico y una mayor interacción de los estudiantes con los retos del mundo laboral (Motta & Ribeiro Galina, 2023; Seow et al., 2019), por lo que es



fundamental una metodología de enseñanza-aprendizaje innovadora en el ámbito universitario. Así, las metodologías de enseñanza-aprendizaje activas proponen métodos, técnicas y estrategias que sitúan al alumnado en un papel más activo y participativo mientras que el profesorado sirve de guía, orientador y facilitador de la adquisición de conocimientos, destrezas y habilidades profesionales (Casado-Aranda et al., 2021; Marzo-Navarro & Berne-Manero, 2023). Esta metodología de enseñanza-aprendizaje basado en la práctica y en el aprendizaje a través de la práctica ayuda al alumnado experimentar con situaciones de la vida real y profesional al ser responsables de su propio proceso de aprendizaje y participar activamente en el desarrollo e impartición de los contenidos (Leal-Rodriguez & Albort-Morant, 2019; López-Arranz et al., 2021). La implementación de metodologías activas en el ámbito universitario mejoran la participación, implicación y compromiso del alumnado, favorecen la retención y puesta en práctica de los conocimientos, así como la adquisición y desarrollo de competencias y habilidades altamente demandadas en el mundo laboral, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la capacidad de toma de decisiones, la interpretación de fenómenos, la creatividad y las relaciones colaborativas (Casado-Aranda et al., 2021; López-Arranz et al., 2021; Novais et al., 2023).

El nuevo contexto profesional en el ámbito de la organización de empresas y, más concretamente, en la gestión de recursos humanos requiere la introducción de nuevas metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en el ‘learning by doing’ o aprender haciendo. En este sentido, ‘learning by doing’ se define como “la participación activa en un hecho planificado, el análisis y la reflexión sobre lo vivido y la aplicación de los principios aprendidos a situaciones escolares, laborales y vitales” (Smart & Csapo, 2007; p. 452). En otras palabras, es una metodología activa de enseñanza-aprendizaje basada en la realización de actividades que permitan al alumnado aplicar los contenidos a un contexto real. De esta forma, a través esta metodología activa, se pretende que el alumnado pueda resolver los problemas planteados y que surjan a lo largo del proceso de aprendizaje, observar los resultados de sus propias acciones y evaluar los efectos de sus decisiones. Este enfoque metodológico requiere que el diseño y aplicación de la propuesta docente sea lo

más cercana a la realidad posible, el error debe asumirse como un elemento más del proceso de aprendizaje y considerar la reflexión y autoevaluación como parte del resultado del aprendizaje.

El propósito del ‘learning by doing’ es plantear actividades de aprendizaje que sean atractivas y adaptadas a las necesidades e intereses del alumnado a la vez que lo motiva estimulando su curiosidad, interés e implicación. Así, se proporciona al alumnado una experiencia de aprendizaje más significativa y consolidada (Leal-Rodríguez & Albort-Morant, 2019). Otro de los aspectos relevantes de la metodología activa de enseñanza-aprendizaje y, en particular, del ‘learning by doing’ es la evaluación (tanto de los resultados como del proceso). Este tipo de estrategias metodológicas fomentan la reflexión, el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración, la cooperación y el intercambio de información, contribuyendo de manera significativa tanto a la capacidad de evaluación como al proceso de retroalimentación (López-Arranz et al., 2021). A través de la metodología activa ‘learning by doing’, la evaluación se convierte en una actividad de aprendizaje que anima al alumnado a ser protagonista y participe de su aprendizaje.

El diseño, desarrollo e implementación de estrategias como el ‘learning by doing’ o aprender haciendo presenta diversas ventajas que ayudan a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos. Entre ellas se encuentran: favorecer la comunicación entre el alumnado y el profesorado, estimular la cooperación y el trabajo en equipo, incentivar el proceso de reflexión, promover el aprendizaje activo, permitir que el feedback sea proporcionado en tiempo, el/la docente abandona su rol de transmisor de la información para ser un guía u orientador en la formación del alumnado, considera otras maneras de aprender, resalta la importancia del tiempo dedicado a la tarea, es posible aplicarse en diversos campos y promueve un aprendizaje relacionado con los problemas reales de la práctica profesional.

Numerosas metodologías activas promueven el ‘learning by doing’, como los laboratorios digitales, los proyectos de investigación, el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje-servicio, las entrevistas, el estudio de casos o la organización de mesas redondas. Su propósito es acercar la realidad empresarial al alumnado,

que es protagonista, participe y responsable de su propio aprendizaje. Una de las actividades con mayor utilidad en la enseñanza dentro del área de recursos humanos es la realización de informes profesionales. Esta actividad es una estrategia didáctica basada en la metodología activa ‘learning by doing’ en el que el alumnado asume el rol de ‘profesionales de empresa’ en situaciones que reproducen con un alto grado de aproximación la realidad empresarial. De esta forma, el alumnado puede visualizar el vínculo existente entre aquello que se estudia y cómo se aplica de manera concreta. Además, esta herramienta pedagógica permite establecer una dinámica de interrelaciones entre el propio alumnado, el exterior y el profesorado, actuando estos como orientadores y guías en el proceso de aprendizaje. Además, ayuda a la evaluación de los resultados obtenidos en relación con las tareas asignadas. Así, la elaboración de informes profesionales ayuda al alumnado a aplicar técnicas y estrategias de resolución de problemas, a desarrollar contenidos sobre experiencias propias vividas dentro y fuera del ámbito académico, y a ser responsable de su propio proceso de enseñanza-aprendizaje. En particular, esta actividad estimula tanto el desarrollo de competencias como de herramientas y habilidades profesionales altamente demandadas en el mercado laboral. En definitiva, esta actividad proporciona al alumnado una mayor comprensión del área profesional y les ayuda a afrontar con mayor confianza, convicción y garantía la realidad empresarial.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo general de este proyecto de innovación docente es proponer una estrategia de enseñanza-aprendizaje basada en la metodología activa ‘learning by doing’ en la materia de Dirección y Gestión de Recurso Humanos del 2º curso del Grado de Relaciones Laborales y Recursos Humanos de la Universidad de Santiago de Compostela (USC) en el curso académico 2022-2023. A través de la aplicación de esta estrategia didáctica y, en el contexto de esta materia, se persiguen los siguientes objetivos específicos: i) la elaboración de informes profesionales por parte del alumnado y ii) la evaluación propia (autoevaluación) y la evaluación del resto de compañeros/as. Así, esta nueva herramienta busca evaluar la adquisición y desarrollo de competencias y habilidades y la

demostración de actitudes altamente valoradas en el mundo empresarial-real. Al mismo tiempo, el alumnado es protagonista de todo el proceso de evaluación continua de la asignatura, no solo en lo que concierne a la realización de las actividades propuestas, sino también en lo que se relaciona con el propio proceso de autoevaluación y evaluación del resto de sus compañeros/as.

### 3. METODOLOGÍA

Este proyecto de innovación docente plantea la introducción de una estrategia de enseñanza-aprendizaje basada en la metodología activa ‘Learning by doing’. Para ello, se ha diseñado una nueva herramienta pedagógica que se ha aplicado en la materia de ‘Dirección y Gestión de Recurso Humanos’ impartida en el segundo curso del primer cuatrimestre del Grado de Relaciones Laborales y de Recursos Humanos de la Facultad de Relaciones Laborales y Recursos Humanos de la Universidad de Santiago de Compostela (USC). Esta experiencia docente se ha desarrollado por primera vez en el primer semestre del curso académico 2022-2023. Esta materia se caracteriza por ser de carácter obligatorio y contar con una carga lectiva de 6 ECTS.

El propósito del programa formativo de esta materia es abordar la importancia de dirigir y gestionar a las personas dentro del ámbito empresarial. Desde una perspectiva estratégica y sostenible, el contenido de la materia se centra en proporcionar una visión amplia sobre la razón de ser de los recursos humanos, así como de los procesos, actividades y tareas que se desarrollan dentro del área de recursos humanos. Así, la materia de Dirección y Gestión de Recursos Humanos está encaminada a que el alumnado adquiera las habilidades y competencias necesarias, así como los conocimientos y conceptos para que estos conozcan, aprendan y valoren la esencia de la Dirección y Gestión de Recursos Humanos.

El principio metodológico de esta materia, de acuerdo con el Espacio Europeo de Educación Superior, se apoya en la combinación de sesiones expositivas e interactivas complementadas con tutorías y los medios habilitados para tal efecto (plataforma virtual y correo electrónico). Las sesiones expositivas son el eje central del programa docente de la

materia que presenta, junto con material adicional, el contenido de la materia. Por su parte, las sesiones interactivas permiten, a través de diferentes estrategias de enseñanza-aprendizaje, reforzar los conocimientos y conceptos expuestos en las sesiones teóricas. A pesar de que la pretensión es equilibrar los contenidos teóricos con referencias prácticas, el alumnado puede percibir que existe poca vinculación con la realidad empresarial. Por tal motivo, a lo largo del cuatrimestre, se propone la elaboración de tres informes profesionales relacionados con tres procesos propios de la gestión de recursos humanos como parte de la evaluación continua. Los objetivos que se pretenden alcanzar con esta herramienta pedagógica son:

- Acercar los conocimientos y las experiencias académicas con la realidad empresarial.
- Realizar un informe cuyo contenido, estructura y presentación se ajuste a los estándares profesionales y académicos.
- Hacer partícipe del proceso de enseñanza-aprendizaje al alumnado con la ayuda de una rúbrica que orienta y guía todo el proceso.

#### INFORME 1. ANÁLISIS DE PUESTO DE TRABAJO

Esta actividad se dirige a familiarizar al alumnado con el proceso básico (análisis de puestos y planificación de recursos humanos) desarrollado en el área de recursos humanos. Así, se solicita al alumno/a que realice un análisis de puestos sobre un puesto específico de una empresa a elección suya. La actividad está planteada a fin de que el alumnado, de manera autónoma, sea capaz de trasladar los conocimientos teóricos expuestos tanto en las sesiones expositivas como en las sesiones interactivas (realización de actividades y casos similares) sobre el análisis de un puesto de trabajo a un contexto más realista como es el área de recursos humanos de una empresa. Para ello, se recrea un ambiente empresarial en donde cada alumno/a representa el rol de un/a técnico/a de recursos humanos y el/la docente el de director/a.

Durante la duración de la actividad (10 días aproximadamente), se les facilita como guía un documento que incluye: i) información que debe

contener el análisis de puestos y ii) un ejemplo de estructura de informe (portada, índice, introducción, objetivos, metodología, análisis de puestos, conclusiones y líneas de acción) para cumplir con los estándares profesionales. También tienen disponible en la plataforma virtual (CV) Moodle los criterios de evaluación que guían todo el proceso y que, posteriormente, sirven de apoyo para su autoevaluación y la evaluación de compañeros y el profesorado (Tabla 1).

**TABLA 1.** Rúbrica Informe I

	<b>Informe no apto</b>	<b>Informe aceptable</b>	<b>Informe excelente</b>
<i>Calidad contenido</i>	Análisis erróneo; y/o sin usar técnicas que lo fundamenten; y/o conclusiones erróneas	Análisis poco profundo y/o uso de técnicas inadecuadas; y/o algún error en conclusiones	Profundidad en el análisis, uso de técnicas adecuadas y conclusiones correctas
<i>Calidad informe</i>	Falta portada y/o índice. No está estructurado. Títulos y/o subtítulos no enumerados. No coherencia en fuente.	Falta alguno de los siguientes requerimientos: Falta portada y/o índice. No está estructurado. Títulos y/o subtítulos no enumerados. No coherencia en fuente.	Tiene portada y/o índice. Está estructurado. Títulos y/o subtítulos enumerados. Coherencia en fuente.
<i>Calidad redacción</i>	Pobre redacción y errores ortográficos	Algún error en la redacción (confusa o con faltas de ortografía)	Buena redacción y sin faltas de ortografía

Fuente: elaboración propia

Finalmente, el alumnado dispone de la guía y orientación del profesorado tanto en las horas presenciales de las sesiones interactivas/expositivas como en las tutorías asignadas para tal efecto.

## INFORME 2. CURRÍCULO VITAE Y CARTA DE PRESENTACIÓN

Esta actividad se centra el proceso de afectación (reclutamiento y selección) que se desarrolla en el área de recursos humanos. Debido a la falta de experiencia laboral previa del alumnado, esta actividad tiene como objetivo una primera toma de contacto con el mundo laboral a través de la elaboración de una carta de presentación y un currículum vitae basado en su experiencia. Al igual que la actividad anterior, el alumnado debe,

en aproximadamente 10 días, realizar una carta de presentación y un CV sobre un puesto de trabajo de su elección. La entrega de la actividad, además del CV y la carta de presentación, debe contener la oferta de trabajo. Durante las sesiones interactivas previas, se proporciona al alumnado diferentes opciones de currículum y cartas de presentación, así como recomendaciones y sugerencias para su elaboración. Conjuntamente, el alumnado conserva a su disposición los indicadores de la rúbrica (Tabla 2) y al profesorado como guía en todo el proceso.

**TABLA 2.** Rúbrica Informe 2

	<b>CV+CP no apto</b>	<b>CV+CP aceptable</b>	<b>CV+CP excelente</b>
<i>Calidad contenido</i>	No se ajusta al puesto seleccionado. No presenta la información ni orden cronológico	No se ajusta en su totalidad al puesto seleccionado. Falta alguna información y/o ordenación cronológica	Se ajusta al puesto seleccionado. Toda la información; y ordenación cronológica
<i>Creatividad informe</i>	No creativo	Poco/algo creativo. Poco/algo en línea con el diseño propuesto	Creativo. En línea con el diseño propuesto
<i>Diseño informe</i>	Diseño nada armonioso. La organización/estructura no facilita la lectura ni capta la atención (no información clara, limpia ni legible)	Diseño poco/algo armonioso. Algún elemento del diseño no facilita la lectura y/o dificulta su atención (estructura, organización, información poco clara, limpia y/o poco legible)	Diseño armonioso. La estructura/organización facilita la lectura y capta la atención (información clara, limpia y legible)

Fuente: elaboración propia

### INFORME 3. ACCIONES FORMATIVAS

Esta actividad está diseñada para familiarizar al alumnado con el proceso de desarrollo (formación y gestión de carreras) en el área de recursos humanos. De esta manera, se solicita al alumnado que elabore un informe sobre las acciones formativas que lleva a cabo una empresa a elección suya. En la plataforma virtual Moodle (CV), el alumnado dispone de un documento con información básica que debería aparecer en el contenido del informe como: el objetivo, los empleados a los que se

dirige la formación, el periodo de tiempo en el que se ejecuta la información, el tipo de formación, la obligatoriedad/voluntariedad, si son acciones propias y/o externalizadas, el tipo de evaluación de la acción formativa... A diferencia de los anteriores informes en donde se les propone una estructura base, en este informe ya no se les orienta en cómo deben estructurar ni organizar la información que deben incluir en el informe para, así, favorecer al máximo el trabajo autónomo. Siguiendo la misma línea que en los informes anteriores, en las sesiones interactivas previas se trabaja sobre casos y actividades relacionadas con el desarrollo y la formación en el área de recursos humanos. Por último, los criterios de evaluación están disponibles en la plataforma virtual (Tabla 3) y cuentan con el profesorado como facilitador.

**TABLA 3.** Rúbrica Informe 3

	<b>Informe no apto</b>	<b>Informe aceptable</b>	<b>Informe excelente</b>
<i>Calidad contenido</i>	Análisis erróneo; y/o sin usar técnicas que lo fundamenten; y/o conclusiones erróneas	Análisis poco profundo y/o uso de técnicas inadecuadas; y/o algún error en conclusiones	Profundidad en el análisis, uso de técnicas adecuadas y conclusiones correctas
<i>Calidad informe</i>	Falta portada y/o índice. No está estructurado. Títulos y/o subtítulos no enumerados. No coherencia en fuente.	Falta alguno de los siguientes requerimientos: Falta portada y/o índice. No está estructurado. Títulos y/o subtítulos no enumerados. No coherencia en fuente.	Tiene portada y/o índice. Está estructurado. Títulos y/o subtítulos enumerados. Coherencia en fuente.
<i>Calidad redacción</i>	Pobre redacción y errores ortográficos	Algún error en la redacción (confusa o con faltas de ortografía)	Buena redacción y sin faltas de ortografía

Fuente: elaboración propia

Los informes profesionales se evalúan de una escala de 0 a 100. Cada alumno recibe una retroalimentación personalizada de su desempeño en cada uno de los informes profesionales presentados. Para acceder y visualizar esta retroalimentación, se utiliza la plataforma virtual – Campus Virtual de Moodle, empleada a lo largo del cuatrimestre como recurso de comunicación, acceso a la información y medio de entrega de los



informes. Esta plataforma también permite al alumnado visualizar todo el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de las rúbricas y realizar la evaluación de los resultados por medio de la evaluación de compañeros, la evaluación del docente y la autoevaluación. Es importante señalar que el alumnado es informado convenientemente al inicio de las actividades de que ningún informe es recogido fuera del plazo indicado ni por otro medio que no sea la plataforma virtual (CV) habilitada para tal efecto. Así, una vez finalizado el plazo de entrega de cada uno de los informes y transcurrido el periodo correspondiente, el profesorado valora a través de la rúbrica cada uno de los informes individuales del alumnado. De esta forma, permite al alumnado seguir su proceso de aprendizaje y mejorar de manera progresiva cada uno de los informes.

#### 4. RESULTADOS

Los resultados tanto cuantitativos como cualitativos derivados de esta experiencia docente indican el progreso del alumnado respecto a su implicación en la materia y protagonismo en el proceso de aprendizaje. Estos resultados es posible analizarlos no sólo desde la motivación e implicación del alumnado en el proceso, sino también por el rendimiento académico obtenido.

Las calificaciones de los informes muestran que éstos van mejorando progresivamente y en función del dominio de las herramientas utilizadas. En la experiencia relativa al curso académico 2022-2023, en el primer informe se obtiene un 16% de suspensos, un 15% de aprobados, un 51% de notables y un 18% de sobresalientes (N=82); en el segundo informe un 12% de suspensos, un 16% de aprobados, un 12% de notables y un 61% de sobresalientes (N=77); y en el tercer informe un 0% de suspensos, un 21% de aprobados, un 39% de notables y un 40% de sobresalientes (N=75).

Los resultados cualitativos indican que las metodologías activas como el ‘learning by doing’ son una estrategia de enseñanza-aprendizaje más eficaz que otras formas más tradicionales de aprendizaje y que, por consiguiente, permiten mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, el diseño de esta nueva herramienta ha mejorado:

- La capacidad de acercar al alumnado a conocimientos, habilidades y experiencias empresariales más reales.
- La adquisición y desarrollo de competencias y habilidades altamente valoradas por el mundo laboral, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la capacidad de toma de decisiones, la interpretación de fenómenos, la creatividad, la planificación, o la organización.
- La mejora significativa en la relación alumnado-profesorado en el proceso de orientación necesario para realizar las actividades. También se subraya el mayor uso del correo institucional y de la plataforma virtual Teams con el fin de resolver dudas.
- La interacción entre el alumnado, el exterior y el profesorado, lo que permite al alumnado desarrollar las habilidades comunicativas, interpersonales y colaborativas.
- La capacidad de reflexión, de análisis y de autoanálisis sobre la experiencia vivida.
- La evaluación de las competencias del alumnado al inicio y final del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- El desarrollo de la autonomía, la implicación y la participación del alumnado en las actividades propuestas.
- El papel protagonista del alumno en su proceso de aprendizaje.

La implantación de esta nueva herramienta de enseñanza-aprendizaje no está exenta de ciertos problemas tanto para el alumnado como para el profesorado. En el primer caso, el alumnado debe superar el proceso de adaptación que conlleva una propuesta tanto de contenido como de evaluación, así como asimilar la carga de trabajo que supone la realización de manera autónoma de las actividades propuestas fuera del aula. El profesorado, por su parte, debe prestar especial atención a la preparación de las actividades basadas en el ‘learning by doing’ (el diseño de la propuesta, el planteamiento, el desarrollo metodológico, duración de la actividad, fechas, comunicación...) dado que su puesta en práctica puede

condicionar la aceptación y los resultados esperados en el alumnado. Así, para asegurar el éxito de esta propuesta docente innovadora es necesario una buena planificación previa tanto en lo relativo al diseño y elaboración de los materiales como a la programación, habilitación de las plataformas, etc. Otra cuestión importante es informar debidamente al alumnado de las actividades que se desarrollarán en las sesiones posteriores para que puedan prepararlas adecuadamente. A su vez, el profesorado debe facilitar al alumnado la correspondiente rúbrica de evaluación de cada uno de los informes para que sean conocedores en todo momento sobre cuáles son los criterios de evaluación. Para ello, el CV es el medio adecuado para cumplir este objetivo. Asimismo, es necesario ajustarse a los plazos marcados para las actividades propuestas y valorar tanto el rendimiento académico como la experiencia vivida por el alumnado. En cualquier caso, los buenos resultados académicos, la mejora en la interacción y la comunicación entre alumnado, profesorado y entorno empresarial demuestra la eficacia de la utilización de una metodología activa como el ‘learning by doing’.

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta propuesta docente está encaminada a mejorar la conexión entre el mundo académico y el mundo profesional a través de una metodología activa como la del ‘learning by doing’. El nuevo contexto profesional en el ámbito de la organización de empresas y, más concretamente, en el área de recursos humanos requiere un proceso de enseñanza-aprendizaje basado en la conexión real entre el mundo universitario (académico) con el mundo profesional (real). Ante este reto, tanto una formación práctica y aplicada como un proceso de enseñanza-aprendizaje donde el alumno sea el actor protagonista, es esencial. En consecuencia, este proyecto docente plantea el desarrollo de enfoque innovador basado en la metodología activa ‘learning by doing’ que exige al alumnado la realización de informes profesionales a través de los cuales podrá demostrar sus capacidades de comprensión, expresión, razonamiento y resolución de problemas, junto con la posterior evaluación de su trabajo y del de terceras personas.

La elaboración de informes profesionales presenta enormes beneficios tanto para el alumnado como para el deseado ajuste entre la universidad y empresa. En este sentido, la implantación de metodologías activas permite a las universidades proporcionar una inmersión en la práctica empresarial del alumnado, ajustándose a los estándares no sólo académicos sino también profesionales. Por otro lado, acercar la realidad empresarial al mundo académico ayuda al alumnado a aplicar técnicas y estrategias de resolución de problemas, desarrollar contenidos sobre experiencias propias vividas dentro y fuera del ámbito académico, y ser responsable de su propio proceso de enseñanza-aprendizaje. En particular, esta metodología estimula el desarrollo de competencias y habilidades profesionales altamente demandadas en el mercado laboral, lo que facilita la transición entre la formación y la carrera profesional, así como la empleabilidad del alumnado. En definitiva, esta iniciativa contribuye a una mayor motivación del alumnado al tener que adoptar un nuevo rol de ‘profesionales de empresa’, debiendo adquirir nuevas habilidades para aplicar técnicas y herramientas muy válidas para enfrentarse al futuro profesional con mayor seguridad.

## 8. REFERENCIAS

- Casado-Aranda, L. A., Sanchez-Fernandez, J., Montoro-Rios, F. J., & Arias Horcajadas, M. I. (2021). Evaluation of the work-integrated learning methodology: Teaching marketing through practitioner experience in the classroom. *Mathematics*, 9(17), 2164.  
<https://doi.org/10.3390/math9172164>
- Leal-Rodriguez, A. L., & Albort-Morant, G. (2019). Promoting innovative experiential learning practices to improve academic performance: Empirical evidence from a Spanish business school. *Journal of Innovation & Knowledge*, 4(2), 97-103.  
<https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.12.001>
- López-Arranz, A., Picatoste, J., & Teijeiro Álvarez, M. (2021). La docencia universitaria en materias jurídicas, económicas y empresariales: El Kahoot como herramienta de motivación. En J. Cruz Ángeles y V. L. Gutiérrez Castillo (Eds.), *Innovación en la docencia e investigación de las ciencias jurídicas, económicas y empresariales (VOL. II)* (pp. 280-295). Dykinson.

- Marzo-Navarro, M., & Berne-Manero, C. (2023). Analysing cross-cutting competencies learning in an online entrepreneurship context. *Education and Information Technologies*, 28, 5551–5565. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11359-z>
- Motta, V. F., & Ribeiro Galina, S. V. (2023). Experiential learning in entrepreneurship education: A systematic literature review. *Teaching and Teacher Education*, 121, 103919. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103919>
- Novais, A. S., Matelli, J. A., & Silva, M. B. (2023). Fuzzy soft skills assessment through active learning sessions. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1-36. <https://doi.org/10.1007/s40593-023-00332-7>
- Plaza Casado, P., De La Orden De La Cruz, C., & Escamilla Solano, S. (2018). El estudio de un caso empresarial de decisiones de inversión con técnicas de gamificación en la motivación del alumnado. IV Congreso Nacional De Innovación Educativa Y Docencia En Red, Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/INRED2018.2018.8614>
- Seow, P. S., Pan, G., & Koh, G. (2019). Examining an experiential learning approach to prepare students for the volatile, uncertain, complex and ambiguous (VUCA) work environment. *International Journal of Management Education*, 17(1), 62-76. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2018.12.001>
- Smart, K. L., & Csapo, N. (2007). Learning by doing: Engaging students through learner-centered activities. *Business Communication Quarterly*, 70(4), 451-457. <https://doi.org/10.1177/10805699070700040302>

## APRENDIZAJE COLABORATIVO A TRAVÉS DEL USO DE LAS TIC EN CONTABILIDAD

---

MÓNICA GONZÁLEZ MORALES

*Universidad Miguel Hernández de Elche*

ARACELI AMORÓS MARTÍNEZ

*Universidad Miguel Hernández de Elche*

JOSÉ ANTONIO CAVERO RUBIO

*Universidad Miguel Hernández de Elche*

### 1. INTRODUCCIÓN

Con el auge del desarrollo de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), su voraz avance e innovación y el mayor papel que están adquiriendo en nuestra vida diaria, la sociedad está viviendo toda una transformación, llena de permanentes y veloces cambios, incluidos los producidos en el campo educativo. El reconocimiento de la importancia de las TIC y la digitalización de las instituciones de educación superior está en continuo crecimiento (Bond et ál., 2018).

Gracias al avance de las TIC disponemos de una mayor accesibilidad al conocimiento y de una mayor conectividad entre las personas. Incluso, algunos autores como Juárez et ál. (2019), advierten de que nos encontramos ante una sociedad “sobre” informada e “híper” conectada, al tiempo que desconectada de su entorno natural y comunitario. En este sentido, la educación emerge como un instrumento esencial para la formación de la ciudadanía y debe responder a las nuevas necesidades de la sociedad.

Siguiendo a Destrée y Eamoraphan (2015), dado que el conocimiento es accesible al instante y la información está por todas partes, el nuevo paradigma en educación es enseñar a los estudiantes qué hacer con esta información y cómo pueden tomar decisiones que beneficien a la

sociedad. Es necesario que los estudiantes aprendan a aprender en grupo y los docentes, tal y como apuntan Romero et ál. (2013), como profesionales de la educación, deben potenciar las capacidades intelectuales del alumnado y propiciar el desarrollo del pensamiento crítico. En esta misma línea, autores como Rossi (2009) señalan que, el profesorado debe, entre otras cosas, diseñar estrategias para estimular el esfuerzo del estudiantado y promover su capacidad para aprender por sí mismos y con otros, así como desarrollar habilidades de pensamiento que faciliten la autonomía, la confianza y la iniciativa personal.

En vista de este nuevo paradigma social, en 1999 el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) propuso el aprendizaje colaborativo como una herramienta útil para el desarrollo de competencias y habilidades entre los estudiantes universitarios. La adaptación del sistema español de enseñanzas universitarias al EEES supuso una transformación tanto de los sistemas educativos como de las metodologías docentes. Bajo los objetivos marcados por el EEES, en España el cambio de metodologías docentes estuvo dirigido al aprendizaje basado en competencias y el aprendizaje a lo largo de la vida. Y, tal y como propone el EEES, uno de estos cambios se materializó en la incorporación de metodologías colaborativas.

El aprendizaje colaborativo constituye una metodología activa en la que los estudiantes trabajan en grupos reducidos y se implican en su proceso de aprendizaje participando activamente en él. Con ello se pretende que los estudiantes aprendan desde la experiencia y la interacción entre iguales, permitiendo el desarrollo de sus competencias (Huber, 2008). Así pues, desde la reforma educativa propugnada por el EEES y tras la incorporación de las TIC en el sistema educativo, el uso de la metodología colaborativa se ha generalizado (Muñoz et ál., 2023).

## 2. OBJETIVOS

El origen latino de la colaboración significa trabajar juntos. A nivel educativo, es la situación en la que dos o más personas intentan aprender juntas construyendo conocimiento a través del aprendizaje, ayudándose y cuestionándose mutuamente (Dillenbourg, 1999).

El aprendizaje colaborativo se ha estudiado a fondo y los resultados son excepcionalmente positivos (Destrée y Eamoraphan, 2015). Los defensores de este método de aprendizaje no solo consideran que aumenta la motivación de los estudiantes, sino que también exalta el pensamiento crítico y las habilidades sociales (Sunley et ál., 2019; Totten et ál., 1991). Recientemente, autores como Lapitan Jr et ál. (2023) también señalan que los métodos de aprendizaje activo mejoran la motivación, el compromiso y el rendimiento de los estudiantes en las aulas tradicionales.

No obstante, el aprendizaje colaborativo puede convertirse en una tarea nada sencilla. Siguiendo a Irimiás et ál. (2022), dado que se trata de una metodología activa en la que los estudiantes deben trabajar en equipo o grupo reducidos, esta circunstancia hace que pueda resultar más complejo que trabajar de forma individual, pues los logros alcanzados dependen de la participación de cada uno de los miembros del equipo.

Por otra parte, también cabe destacar que, gracias al avance de las TIC, esta metodología puede llevarse a cabo tanto de forma presencial y simultánea o de forma asíncrona y no presencial. Con estas premisas, el propósito de este estudio es investigar si el aprendizaje colaborativo entre el estudiantado a través del uso de las TIC mejora su implicación y participación activa en su proceso de aprendizaje de la asignatura “Contabilidad de Sociedades”.

### 3. METODOLOGÍA

Este trabajo consiste en la implantación de un proyecto de enseñanza-aprendizaje basado en la metodología colaborativa a través del uso de las TIC entre el estudiantado matriculado en la asignatura de Contabilidad de Sociedades del Grado de Administración y Dirección de Empresas de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH). Así pues, la población de estudio está formada por los 82 estudiantes matriculados en el curso 2020/2021, de los cuales 41 de ellos participan en este sistema de evaluación continua basado en una metodología de enseñanza-aprendizaje colaborativo. Destacar que dicho curso académico comprende el periodo de pandemia donde toda la docencia fue desarrollada de manera no presencial, por lo que el uso de las TIC fue fundamental



en dicho curso para su desarrollo efectivo. Herramientas como Google Meet, Google Drive fueron vitales para establecer las relaciones entre el profesorado y el alumnado y entre ellos mismo y que fuera posible el desarrollo de la asignatura y de este proyecto de enseñanza-aprendizaje colaborativo.

Por su parte, la implantación de este proyecto se llevó a cabo en cuatro fases, representadas en el Figura 1, y se tuvieron que llevar a cabo distintas acciones por parte del profesorado implicado. La primera de estas acciones vinculada a la primera fase de la implantación de esta metodología, fue la preparación del material teórico a proporcionar al estudiantado. Dentro de este material se encontraba el documento explicativo de las bases del trabajo donde se especifica el número de estudiantes que debían integrar cada grupo, las tareas a realizar por cada uno de ellos, las fechas de entrega de las actividades y los criterios de evaluación. Tras ello, el profesorado, el primer día de clase expuso al estudiantado las características del proyecto y sus bases.

**FIGURA 1.** Fases de la implantación del aprendizaje colaborativo en Contabilidad de Sociedades



Fuente: Elaboración propia

Les explicó la motivación y objetivos del trabajo a realizar y les planteó ejemplos de las actividades que tenían que realizar. En concreto, al finalizar cada unidad didáctica tenían que crear y resolver un supuesto práctico relacionado con la problemática contable estudiada en la asignatura aplicándolo a una empresa real, en este caso, a una empresa perteneciente a las cotizadas en el Ibex 35.

La segunda fase consistió en la configuración de los distintos grupos de trabajo. En esta fase el alumnado tuvo que elegir y formar cada uno de los diferentes grupos trabajo que debían estar conformados por 4 o 6 personas máximo. Cabe señalar que, la base del proyecto es el trabajo colaborativo y, precisamente, la creación de un grupo fue la primera tarea que se les encomendó al estudiantado y en la cual se detectaron los primeros problemas. Si bien muchos de los grupos fueron creados sin dificultades, otros tuvieron que ser designados por el profesorado, ya que para algunos estudiantes no resultaba fácil encontrar compañeros con los que trabajar. Además, la formación del grupo era de suma importancia, dado que debía ser estable durante todo el semestre que duraba la asignatura y fue la primera de las tareas más importantes a la que el estudiantado tuvo que enfrentarse en esta metodología colaborativa.

Siguiendo con el Figura 1, la tercera fase es la ejecución propiamente dicha de la metodología colaborativa por parte del estudiantado y del profesorado. Como se ha expuesto anteriormente, tras la finalización de cada unidad didáctica, el estudiantado creó y resolvió un supuesto práctico relacionado con la problemática contable estudiada aplicado a una empresa del Ibex 35. Para ello el estudiantado tuvo que trabajar en equipo, debatir y plantear el supuesto, organizar y negociar las tareas a desarrollar por cada miembro y, por último, elaborar y presentar un buen trabajo. Además, este proceso debía estar apoyado en las herramientas que nos proporcionan las nuevas tecnologías y accesibles para el estudiantado, tales como Google Meet, Google Docs o Drive. Por su parte, el profesorado realizaba un seguimiento de cada grupo en el que se les proporcionaba tutorías periódicas y se les aportaba un feedback de las actividades realizadas.

La cuarta y última fase de este trabajo es otra de las fases fundamentales, pues es la culminación del estudio y en ella se lleva a cabo una doble evaluación de toda la metodología aplicada. Por un lado, con el fin de evaluar la validez del aprendizaje colaborativo, se contrastaron las calificaciones obtenidas por el estudiantado acogido a esta metodología de evaluación continua con las obtenidas por aquellos que no lo han hecho. Y, por otro lado, se analizó la valoración realizada por el estudiantado sobre la utilidad del sistema de aprendizaje planteado gracias a las respuestas obtenidas en un cuestionario en el que valoraron el aprendizaje conseguido, la organización de las actividades y su satisfacción global con la metodología aplicada.

Por consiguiente, esta última fase comprende dos procedimientos. En el primero de ellos, se obtienen las calificaciones finales de los 82 estudiantes matriculados en la asignatura, es decir, tanto de los acogidos a esta metodología de evaluación continua como de los que no han hecho y tuvieron evaluación única. La calificación final del estudiantado de la evaluación única se obtuvo de la nota del examen final. Mientras que, la calificación final del estudiantado acogido a la evaluación continua se obtuvo de la suma del 20% de la nota obtenida en el trabajo colaborativo y del 80% de la nota obtenida en el examen final. El trabajo colaborativo fue valorado tanto por el profesorado como por el propio estudiantado con base en las rúbricas de evaluación expuestas en la Tabla 1. Así, siguiendo los criterios establecidos en las rúbricas de evaluación, por un lado, el profesorado valoró el trabajo realizado por el grupo y, por otro lado, cada integrante del grupo también valoró el trabajo realizado por sí mismo y por el resto de los miembros. La nota otorgada al trabajo se obtuvo de la suma media de las valoraciones realizadas por el estudiantado y el profesorado. Las valoraciones otorgadas en las rúbricas de evaluación al ser individuales y, no necesariamente conocidas por el resto de los integrantes del grupo, los y las estudiantes se han sincerado y no solo han dado una valoración numérica al trabajo desempeñado por sus compañeros y compañeras, sino que han justificado su respuesta y han sabido reconocer qué miembro del grupo ha sido el que más ha aportado al trabajo común y cuál ha tenido una participación, prácticamente, simbólica.

**TABLA 1. Rúbricas de evaluación del trabajo colaborativo**

<b>Panel A: Criterios evaluados por el profesorado</b>						
Criterios de evaluación					SÍ	NO
Presentación y originalidad						
¿Se entregan los trabajos en el plazo establecido?						
¿Se incluye una portada con el nombre de todos los miembros del grupo?						
¿Se incluyen enunciados de todos los temas?						
¿La presentación del trabajo es en el formato requeridos?						
¿El trabajo está bien presentados (tipo de letra, imágenes, tablas, ...)?						
¿Los enunciados son originales y no plagiados?						
¿Los enunciados son ingeniosos?						
¿Existe coherencia y organización en los enunciados de los supuestos?						
¿Los supuestos y las operaciones siguen un orden cronológico?						
¿Cada operación hace referencia a los asientos incluidos en el Libro Diario?						
Resolución y Complejidad						
Aciertos contables en el registro de las operaciones						
Dificultad de las operaciones planteadas en cada supuesto						
Cantidad de operaciones planteadas en cada supuesto						
Cuentas y subcuentas utilizadas correctamente						
<b>Panel B: Criterios evaluados por el estudiantado</b>						
Criterios de autoevaluación y coevaluación	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
Muestra una actitud activa en la organización del grupo y de las tareas						
Utiliza los recursos disponibles para obtener la información necesaria para la elaboración de las tareas (libros, apuntes, ...)						
Muestra iniciativa en el planteamiento de los supuestos						
Es capaz de explicar adecuadamente la información relacionada con los distintos temas						
Demuestra iniciativa en la discusión de aspectos relacionados con los temas						
Es resolutivo y plantea soluciones a los diversos temas de discusión						
Acepta las decisiones tomadas por el grupo						
Cumple con las fechas propuestas por el grupo para la realización de la tarea						
Presenta un trabajo adecuado y con buena presentación						
Nota que el estudiante merece en función de su aportación al grupo de 0 a 10:						
Observaciones:						

Fuente: elaboración propia

Finalmente, para concluir y completar la investigación, como se ha comentado, el segundo procedimiento consistió en la elaboración y cumplimiento por parte del estudiantado participante en la evaluación continua de un cuestionario. Las encuestas son consideradas una herramienta fundamental para la evaluación de la docencia de forma descriptiva y en este estudio nos ha servido para analizar cómo valoran la metodología de enseñanza-aprendizaje colaborativo propuesta y obtener información útil para la toma de decisiones de mejora en las futuras metodologías de enseñanza.

Siguiendo a Molero y Ruiz (2005) se ha entregado al estudiantado un cuestionario construido ad hoc. La elaboración del cuestionario final pasó por distintas fases. En primer lugar, se elaboró un borrador tomando como referencia encuestas realizadas por otros trabajos de investigación que utilizaban los cuestionarios para evaluar la docencia universitaria. Posteriormente, dado que todo cuestionario tiene que cumplir con los requisitos de validez y fiabilidad para dar representatividad a los datos obtenidos, el cuestionario elaborado fue sometido al cumplimiento de estas dos condiciones.

La validación, en línea con Cantón et ál. (2008), se llevó a cabo en un doble proceso. Primeramente, se solicitó a profesores de la UMH con experiencia investigadora en docencia universitaria que valoraran la claridad, pertinencia y suficiencia del cuestionario. A la vista de las opiniones de los expertos, se eliminaron algunas cuestiones y se reestructuraron otras. Proceso que, para alcanzar consistencia y validez del cuestionario, se realizó en dos ocasiones. Y, en segundo lugar, para probar el comportamiento del cuestionario bajo condiciones reales y detectar y corregir los problemas antes de realizar su difusión, se efectuó un pretest que sirviera de prueba piloto. Este proceso supuso modificar la redacción de alguna de las preguntas para que fueran más comprensibles, alterar su orden y secuencia y reducir la duración del cuestionario. Tras ello, el cuestionario definitivo, mostrado en la Tabla 2, quedó compuesto por diez ítems agrupados en tres dimensiones o bloques de valoración de la docencia (experiencia de aprendizaje, organización de la actividad y satisfacción global) y que responden a una escala de respuesta tipo Likert de cinco alternativas (1 es totalmente en desacuerdo, 2 es en

desacuerdo, 3 es ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 es de acuerdo y 5 es totalmente de acuerdo), más una última cuestión abierta para las observaciones y sugerencias.

**TABLA 2.** Rúbricas de evaluación del trabajo colaborativo

Bloque	Cuestión
I. Experiencia de aprendizaje	El sistema de evaluación continua propuesto me ha ayudado a llevar al día la asignatura. El sistema de evaluación continua propuesto ha incrementado mi interés por la asignatura. La comunicación con mis compañeros durante la realización del trabajo colaborativo me ha ayudado a resolver dudas y a afianzar conceptos. La realización del trabajo me ha permitido mejorar mis conocimientos sobre herramientas de trabajo colaborativo (documentos Google, Google Drive, Meet, etc...)
II. Organización de la actividad	La estructura del trabajo que se exige (temas abordados, invención de supuestos, tipos de empresas...) me parece adecuada. La realización de los exámenes de evaluación continua ha fomentado el proceso de aprendizaje. El tiempo asignado para realizar el trabajo colaborativo me parece adecuado. Hubiera preferido que se propusieran entregas periódicas del trabajo colaborativo, en lugar de una sola entrega al final.
III. Satisfacción global	En general, estoy satisfecha o satisfecho con el sistema de evaluación continua propuesto. Considero que esta metodología se debería implementar en otras asignaturas.
	Observaciones y/o sugerencias

Fuente: elaboración propia

Una vez aprobada la versión definitiva del cuestionario, se colgó como tarea en la plataforma Moodle para que durante el período de un mes el estudiantado acogido a la metodología de enseñanza-aprendizaje colaborativo pudiera cumplimentarlo. Además del propio cuestionario, se redactó un texto explicativo donde se indicaba el objetivo del trabajo y su estructura, así como el ofrecimiento para aclarar las dudas que pudieran surgir. En cuanto a la tasa de respuesta, ésta supuso un porcentaje del 100%, por lo que los resultados y conclusiones extraídos son aceptables y están más que sustentados.

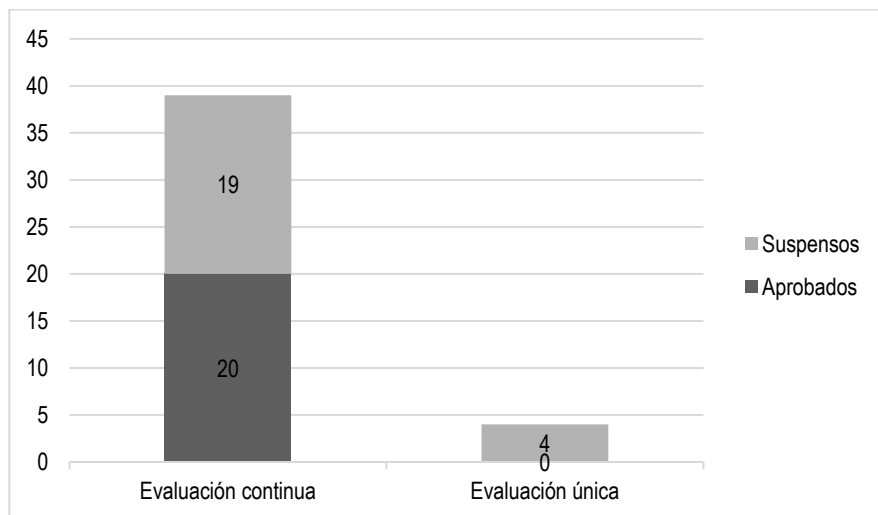
#### 4. RESULTADOS

En líneas generales, aunque hayan surgido algunos inconvenientes se han conseguido los objetivos propuestos. Como se ha apuntado anteriormente, una de las primeras trabas en la implantación de esta metodología fue la formación de los grupos de trabajo. Aunque para la mayoría no resultó ser ningún problema, algunos de los grupos tuvieron que ser formados por el profesorado. A ello también se sumó otros problemas. Recogiendo aquí las aportaciones de los autores como Guzzo y Dickson (1996), Irimías et ál. (2022) y Kelley y Littman (2005), el buen funcionamiento del grupo depende de cada uno de los integrantes de éste, de su compromiso, es decir, existe una interdependencia entre ellos para alcanzar una meta común. A tal efecto, para el buen funcionamiento del grupo es necesario que exista cierta estabilidad durante el periodo de desarrollo de la asignatura. Sin embargo, algunos miembros del grupo de trabajo fueron desistiendo del proyecto dejando al resto de los integrantes del grupo con toda la carga de trabajo.

Asimismo, en las valoraciones atribuidas en cada una de las rúbricas de evaluación por el estudiantado se pone de manifiesto que, no en todos los grupos hubo la deseada implicación, sintonía y unidad y eso se reflejó en los resultados de sus trabajos. Al ser una actividad grupal, hubo estudiantes que participaron muy poco y, otros que realizaron tareas de búsqueda de información o maquetación del trabajo (así lo han manifestado sus compañeros y compañeras). Pero, este estudiantado no colaboró activamente en la propuesta, el debate y la resolución de los supuestos prácticos, actividad indispensable para reforzar el aprendizaje de la asignatura. Por lo tanto, uno de los objetivos centrales del proyecto, que era generar espacios para promover la interacción y el pensamiento crítico, no en todos los casos pudo ser alcanzado. No obstante, en general, sí que se ha alcanzado otro de los objetivos planteados con este proyecto, ya que han logrado tener un mayor dominio de las herramientas digitales de trabajo colaborativo, tales como Google Meet o Google Docs. Un hito significativo porque, pese a que se pudiera pensar que, al tratarse de nativos digitales, pudieran tener un adecuado control de estas herramientas, lo cierto es que, para algunos estudiantes, este proyecto ha sido un reto en este sentido.

En cuanto al contraste de las calificaciones obtenidas por el estudiantado implicado en la metodología de enseñanza-aprendizaje colaborativo (evaluación continua) como de los que no lo han hecho (evaluación única), se han obtenido los siguientes resultados representados en el Gráfico 1.

**GRÁFICO 1.** *Relación de estudiantes aprobados.*



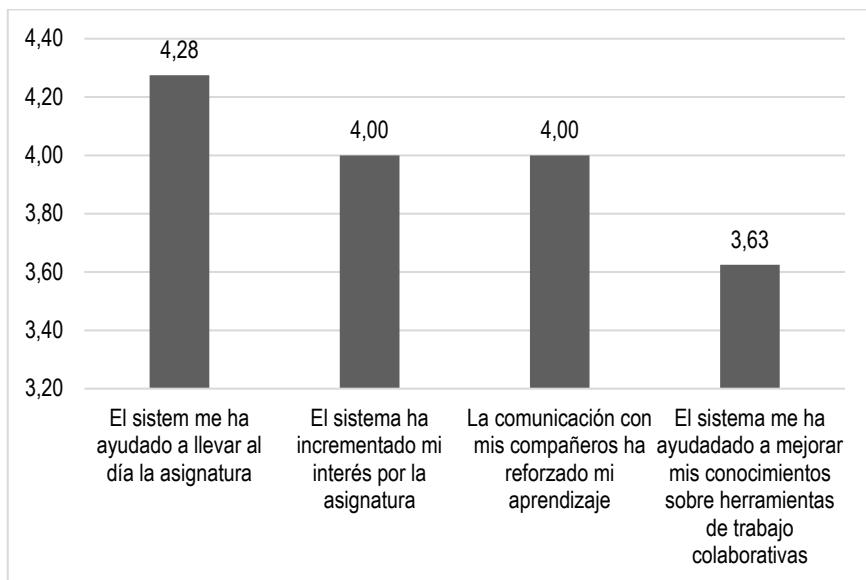
En el Gráfico 1 puede observarse que, de entre los 82 estudiantes matriculados, solo se presentaron a examen final 43 estudiantes. De ellos, 39 habían participado en la evaluación continua y 4 no lo habían hecho. Por lo tanto, apenas un 10% del alumnado que no estuvo involucrado en la evaluación continua se presentó al examen final. Además, en este caso el resultado fue de un 100% de suspensos. Por el contrario, prácticamente la totalidad del estudiantado que participó en el sistema de evaluación continua propuesto se presentó a examen y, dentro de este grupo, vemos que el 51% superó la asignatura. Concretamente, de los 41 participantes, se presentaron 39 y 20 de ellos aprobaron.

Por otra parte, gracias a las respuestas obtenidas por el estudiantado en el cuestionario cuyos resultados se recogen en los Gráficos 2, 3 y 4, cada uno de los cuales recoge los resultados de los tres bloques de preguntas



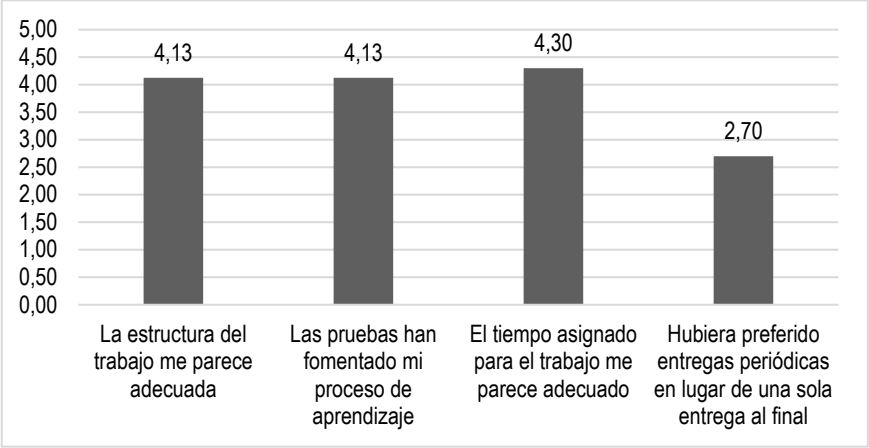
diferenciados (experiencia de aprendizaje, organización de la actividad y satisfacción global), podemos observar que, hay una satisfacción generalizada con el sistema de evaluación continua planteado.

**GRÁFICO 2.** Resultados del Bloque I. Experiencia de aprendizaje.



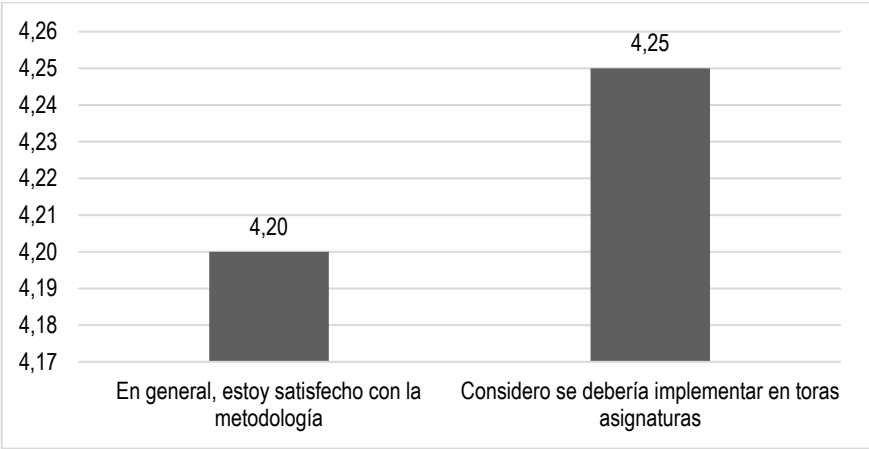
*Nota:* Los ítems valorados por cada una de las barras del gráfico se corresponden a las cuestiones presentadas en la Tabla 2. Escala de medición 1 al 5, donde 1 es totalmente en desacuerdo, 2 es en desacuerdo, 3 es ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 es de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

**GRÁFICO 3.** Resultados del Bloque II. Organización de la actividad.



*Nota:* Los ítems valorados por cada una de las barras del gráfico se corresponden a las cuestiones presentadas en la Tabla 2. Escala de medición 1 al 5, donde 1 es totalmente en desacuerdo, 2 es en desacuerdo, 3 es ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 es de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

**GRÁFICO 4.** Resultados del Bloque III. Satisfacción global.



*Nota:* Los ítems valorados por cada una de las barras del gráfico se corresponden a las cuestiones presentadas en la Tabla 2. Escala de medición 1 al 5, donde 1 es totalmente en desacuerdo, 2 es en desacuerdo, 3 es ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 es de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

Los tres primeros ítems del Gráfico 2 correspondientes al Bloque I. “Experiencia de aprendizaje” muestran que el estudiantado acogido a este sistema, consideraron que les ayudó a estudiar y llevar la asignatura al día y a estar más implicados en el proceso de aprendizaje. Al mismo tiempo, como puede observarse en el último ítem de este gráfico, también apuntan que les ha ayudado a mejorar sus habilidades con las herramientas digitales de trabajo colaborativo. Incluso, tal y como muestran las valoraciones de los representados en el Gráfico 3 correspondientes al Bloque II “Organización de la actividad”, consideran que el sistema de evaluación está adecuadamente estructurado y organizado. Todo ello es además reflejo de las valoraciones alcanzadas en los dos ítems representados en el Gráfico 4 correspondiente al Bloque III “Satisfacción Global”, así como en las observaciones recogidas en el último ítem del cuestionario que recoge las distintas observaciones y sugerencias del alumnado (no representados en gráfico). En este último ítem del cuestionario, entre otros, se pone de manifiesto que el estudiantado se muestra bastante satisfecho con el sistema de evaluación realizado, señalando que es un método efectivo y, aún más, consideran que debería implementarse en otras asignaturas.

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En general, se considera que el proyecto ha sido provechoso para el aprendizaje del estudiantado. Uno de los objetivos era conseguir su motivación y, sobre todo, aumentar el interés por el estudio de la asignatura, de modo que el trabajo continuado tuviera buenos resultados y, en parte, se ha conseguido. El estudiantado, mayoritariamente, se mostró bastante satisfecho con el sistema de evaluación propuesto. Ha considerado que les ha ayudado a llevar al día la asignatura y a afianzar conocimientos y ve favorable su implementación en otras asignaturas. Además, les ha servido para desarrollar mayores destrezas relacionadas con el dominio de herramientas digitales y habilidades comunicativas de discusión y debate. El trabajo colaborativo también ha ayudado a fomentar la creatividad y la motivación individual, el sentido de la responsabilidad personal y del compromiso con el grupo. Todo ello, finalmente, se ha traducido en una mejora en el rendimiento del alumnado.

No obstante, como se ha señalado anteriormente, la implicación y compromiso del estudiantado con su grupo no ha sido del todo el deseado y este hecho se ha visto reflejado en las notas, ya que, si bien algunos alumnos, en el trabajo grupal conseguían una buena calificación, en el examen final no alcanzaban la nota mínima necesaria para aprobar la asignatura. Los resultados de los exámenes finales y de las rúbricas de evaluación han puesto en evidencia que la carga académica del trabajo propuesto, en algunos casos, ha recaído en determinados integrantes de los grupos. Y, en cualquier caso, que hay estudiantes que no han participado en la resolución de los supuestos prácticos que era la tarea que mayor conocimientos y valor para el buen desempeño de la asignatura les podía aportar.

En consecuencia, el sistema se considera adecuado y se está valorando su continuidad en posteriores cursos académicos e incluso para otras asignaturas impartidas por los mismos docentes, pero con algunas variaciones que lo mejoren. Como, por ejemplo, pensamos que reducir el número de integrantes de los grupos a 2-3 personas probablemente sería beneficioso, pues al contar con un menor número de personas para realizar el mismo trabajo, en principio, todos los miembros deberían trabajar más. En cualquier caso, consideramos que es muy importante que los trabajos sean grupales, para que los estudiantes puedan compartir sus capacidades y habilidades con otros miembros del grupo y mejorar su entendimiento sobre la materia y, en general, desarrollar competencias que les serán muy útiles en su vida profesional.

## 6. REFERENCIAS

- Bond, M., Marín, V. I., Dolch, C., Bedenlier, S. y Zawacki-Richter, O. (2018). Digital transformation in German higher education: student and teacher perceptions and usage of digital media. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*.
- Cantón, I. Valle, R.E. y Arias, A.R. (2008). Calidad de la docencia universitaria: procesos clave. *Educatio Siglo XXI*, Universidad de León, León, 26, 121-160.
- Destrée, O. A. E. G. y Eamoraphan, S. (2015). A comparative study on students' scores through collaborative learning and non-collaborative learning at Saint Joseph Bangna School, Thailand. *Scholar*, 7(1), 141-154.

- Dillenbourg, P. (1999). Collaborative learning: cognitive and computational approaches. Advances in learning and instruction series. Elsevier Science, Inc, New York.
- Guzzo, R. A. y Dickson, M. W. (1996). Teams in organizations. Recent research on performance effectiveness. *Annual Review of Psychology*, 47, 307-338.
- Huber, G. L. (2008). Aprendizaje activo y metodologías educativas. *Revista de Educación, extraordinario*, 59-81.
- Irimiás, A. R., Mitev, A. Z. y Volo, S. (2022). Digital arts-based collaborative learning in management education. *The International Journal of Management Education*, 20.
- Juárez, M., Rasskin, I. y Mendo, S. (2019). El aprendizaje cooperativo, una metodología activa para la educación del siglo XXI: una revisión bibliográfica. *Revista Prisma Social*, 26, 200-216.
- Kelley, T., y Littman, J. (2005). *The ten faces of innovation: Ideo's Strategies for Beating the Devil's Advocate & Driving Creativity Throughout Your Organization*. Doubleday, New York.
- Lapitan Jr., L. D.S., Chan, A. L. A., Sabarillo, N. S., Sumalinog, D. A. G. y Diaz, J. M. S. (2023). Design, implementation, and evaluation of an online flipped classroom with collaborative learning model in an undergraduate chemical engineering course. *Education for Chemical Engineers*, 43, 58-72.
- Molero, D. y Ruiz, J. (2005). La evaluación de la docencia universitaria. Dimensiones y variables más relevantes. *Revista de Investigación Educativa, Universidad de Jaén, Jaén*, 23(1), 57-84.
- Muñoz, J. P., Simón de Blas, C., Anguita, F. y García, A E. (2023). Collaborative learning in management subjects to university students: A multi-level research to identify group profile, engagement and academic performance. *The International Journal of Management Education*, 21.
- Romero, J. G., Rodríguez, E. y Romero, Y. E. (2013). El trabajo docente: Una mirada para la reflexión. *Perspectivas docentes*, 51, 35-38.
- Rossi, M. J. (2009). Profesión docente. Profesión cuestionada. *Revista Educarnos*, 2(6), 24-32.
- Sunley, R. Harding, L. y Jones, J. (2019). Realising creativity in management education: Putting student energy into action. *International Journal of Management in Education*, 17.
- Totten, S., Sills, T., Digby, A., y Russ, P. (1991). *Cooperative learning: a guide to research*. Garland, New York.

# ACTITUDES Y PERCEPCIONES DE LOS ESTUDIANTES DE ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN EMPRESAS HACIA LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

---

CRISTINA ALMARAZ-LÓPEZ

*Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología  
Universidad de Salamanca*

FERNANDO ALMARAZ-MENÉNDEZ

*Facultad de Economía y Empresa  
Universidad de Salamanca*

CARMEN LÓPEZ-ESTEBAN

*Facultad de Educación  
Universidad de Salamanca*

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es explorar las actitudes de los estudiantes de Administración y Gestión de Empresas con respecto a la inteligencia artificial, su comprensión y su visión de esta tecnología.

La inteligencia artificial (IA) permite a los sistemas tecnológicos con poder algorítmico hacer predicciones, diagnósticos, recomendaciones y tomar decisiones. Nace en los años 40-50 del siglo pasado, sin embargo, la época de mayor auge de la IA tiene lugar desde comienzos de la década de 2010 hasta la actualidad (Almaraz-López, 2020). En 1956, John McCarthy acuñó la expresión «inteligencia artificial», y la definió como «la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cómputo inteligentes».

La inteligencia artificial es una combinación de tecnologías que agrupa datos, algoritmos y capacidad informática (European Commission, 2020a). La estrategia española de inteligencia artificial la define como “la ciencia e ingeniería que permite diseñar y programar máquinas

capaces de realizar tareas que requieren inteligencia” (Ministerio de Ciencia Innovación y Universidades, 2019).

En la sociedad actual la IA ya forma parte de la vida diaria de las personas, y también tiene ya aplicaciones en muchos ámbitos profesionales, como en justicia, medicina, medio ambiente, defensa, educación o gestión de empresas, entre otros.

Algunos ejemplos en los que está presente la IA en la vida cotidiana de las personas, como el determinar aleatoriamente una lista de reproducción musical o los asistentes personales como Google Alexa, Apple Siri y Google Assistant, tienen una influencia potencialmente baja para el usuario. Sin embargo, otros usos de la IA pueden suponer un control más significativo sobre nuestra toma de decisiones (Nabavi y Browne, 2023) como en la conducción de automóviles sin conductor (Nunes et al., 2018), la educación (Zawacki-Richter et al., 2019), o en aplicaciones judiciales. Por ejemplo, como parte de la estrategia nacional de IA de China, el aprendizaje automático y la computación cognitiva utilizados por el “206System” ayudan al personal de seguridad pública y de los tribunales con la verificación de evidencias y la argumentación en los juicios (Cui, 2020 y Wang and Tian, 2022). También está siendo muy significativa la adopción de la IA en el contexto de la defensa y la seguridad (Stanley-Lockman & Christie, 2021).

También en la prestación de atención médica se aplica la IA en cuatro categorías relevantes para los investigadores en salud global: (1) diagnóstico, (2) evaluación del riesgo de morbilidad o mortalidad del paciente, (3) predicción y vigilancia de brotes de enfermedades, y (4) política y planificación de salud (Schwalbe & Wahl, 2020), pues, aunque se siguen utilizando métodos estadísticos clásicos de epidemiología basando sus hipótesis en modelos plausibles de causalidad, surgen nuevas intervenciones de salud impulsadas por IA, en particular aquellas que aplican algoritmos de aprendizaje automático para identificar patrones y asociaciones de enfermedades sin hipótesis a priori (Gupta et al., 2021; Trocin et al., 2021). La versatilidad de la IA ha permitido a los científicos y tecnólogos abordar la gran cantidad de datos biomédicos, epidemiológicos y socioeconómicos y apoyar los esfuerzos mundiales para combatir la COVID-19 (Leslie, 2020).

En el campo de las ciencias para la conservar la naturaleza, existen herramientas basadas en IA para predecir el riesgo de extinción de especies o evaluar la huella global de la deforestación con datos satelitales. Otros dos ejemplos serían Movebank, cuyo objetivo es el seguimiento de animales, y Wildlife Insights, una plataforma respaldada por Google para alojar y analizar datos de sensores de vida silvestre (Wearn et al., 2019).

La IA ha crecido en importancia dentro de la comunidad educativa por su potencial para apoyar el aprendizaje en diversos contextos en los últimos años (Hwang et al., 2020). Roll y Wylie (2016), exploran los puntos fuertes y las oportunidades de la IA en la educación, determinando que hay un aumento en relación con la adopción de prácticas de aprendizaje en clase y del apoyo de tecnologías de IA diversificadas y un proceso revolucionario en relación con la adopción de tecnologías de IA en la vida cotidiana de los estudiantes.

Las potenciales aplicaciones de la IA en las empresas se pueden ver en campos tan diversos como en los asistentes financieros digitales, que irán más allá de responder preguntas y desempeñarán un papel más activo en la gestión de patrimonios, las soluciones de pago inteligentes y la gestión de créditos y seguros (Maree et al., 2020); o en el campo de las aplicaciones de la IA para el uso de las redes sociales en el marketing digital (Liu et al., 2021).

## 2. OBJETIVOS

Se pretende con este trabajo explorar las actitudes de los estudiantes de los grados en Administración y Dirección de Empresas (ADE) y de Gestión de PYMES de la Universidad de Salamanca con respecto a la inteligencia artificial, su comprensión de esta tecnología, la visión que tienen de la importancia de la IA en su futuro profesional y la percepción de la formación sobre IA que hayan podido recibir.

Nuestro objetivo fue diseñar y llevar a la práctica con un grupo piloto de un número reducido de alumnos una formación formal para la inclusión de la IA en su educación, a través de la reflexividad, la capacidad de respuesta y la anticipación. Después de esta intervención, se invitó a los estudiantes a que rellenarán una encuesta electrónica anónima que



constaba de preguntas tipo Likert y preguntas dicotómicas. Esta encuesta se pasó, posteriormente, a toda la población de los estudiantes de Administración y Gestión de empresas de la Universidad de Salamanca.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. MUESTRA Y PROCEDIMIENTO

El presente estudio se apoya en una encuesta con preguntas tipo Likert y preguntas dicotómicas realizadas a una muestra de un total de 143 estudiantes, del Grado en Administración y Gestión de Empresas (ADE, 80= 55,95 %) y del Grado en Gestión de PYMES (PYMES, 63=44,05%) de la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad de Salamanca. Es una muestra lo suficientemente representativa pues la estrategia de muestreo ha sido el probabilístico, de un total de 538 estudiantes de ADE han respondido 80, lo que supone un 15% y de una población de 386 estudiantes de PYMES han respondido 63, lo que supone un 16%. De la muestra, el 49% son hombres y el 51% mujeres. También la distribución por curso de las respuestas ha sido probabilística, como se ve en la Tabla 1.

**TABLA 1.** *Distribución de las respuestas por curso*

Curso	1º	2º	3º	4º
Porcentaje de respuesta	31,5%	18,9%	30,7%	18,9%

El instrumento es una adaptación al caso español del cuestionario sobre actitudes y percepción de estudiantes de Medicina sobre IA en el Reino Unido (Sit, Srinivasan, Amlani, et al., 2020), apoyada en el cuestionario de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología (FECYT, 2020) de los informes estratégicos de la Comisión Europa sobre big data e inteligencia artificial (European Commission, 2017, 2020b)

Este cuestionario se validó en una primera fase en una prueba piloto con una muestra de 18 estudiantes de 4º curso del Grado de ADE en el mes de febrero de 2023, después de una intervención en el aula por parte del profesor responsable de la materia de Tecnologías de la Información

para la Empresa, que es miembro del equipo de investigación. La intervención en el aula tuvo como objetivo introducir a los alumnos el potencial de la inteligencia artificial como herramienta poderosa de apoyo a diversas tareas en su vida personal y profesional, donde se propuso la opción de explorar la herramienta WriteSonic como apoyo para escribir las entradas en un blog personal y reflexionar sobre el potencial de la herramienta y de la IA en general.

En los últimos años se han lanzado muchas herramientas que usan la tecnología *Natural Language Processing* (NLP) dedicadas a tareas de procesamiento y generación de texto (escrito o audio) para distintos propósitos, siendo la más famosa el bot conversacional ChatGPT desarrollada por la empresa OpenAI. WriteSonic, igual que ChatGPT, está basada en el modelo *Generative Pre-trained Transformer* (GPT). Este es un modelo de *deep learning* formado por algoritmos capaces de reconocer patrones en los datos y que además pueden aprender a través de ejemplos. Por este motivo se considera como una red neuronal artificial con memoria a largo plazo. WriteSonic está optimizada para un amplio conjunto de funcionalidades: generar ideas, mejorar textos, escribir textos completos (blogs, artículos, historias...), optimización para distintas plataformas (Facebook, LinkedIn, Youtube...).

## 3.2. INSTRUMENTOS

### 3.2.1. Encuesta

En la encuesta, salvo la pregunta del Grado de estudios estudiado y el conocimiento de aplicaciones de inteligencia artificial, (medido con respuesta dicotómica de sí o no), las medidas utilizadas para estudiar el nivel de familiarización e interés y las actitudes de los estudiantes estuvieron formadas por escalas tipo Likert de cinco puntos.

Así, las medidas del estudio fueron:

A) La percepción de los estudiante sobre la importancia de inteligencia artificial en la gestión y administración de empresas, se midió desde 1 (nada de acuerdo) hasta 5 (muy de acuerdo) sobre los siguientes ítems:

- La IA jugará un papel importante en la gestión y administración de empresas.
- Algunos perfiles profesionales en la gestión y administración de empresas serán reemplazados por IA durante mi vida.

B) La familiarización con el concepto de inteligencia artificial: entre 1 (nada familiarizado, no conozco nada del tema) y 5 (muy familiarizado, comprendo su uso y lo utilizo), se mide hasta qué punto los encuestados conocen la materia a través de las siguientes preguntas:

- Entiendo los principios computacionales básicos de la IA.
- Me siento cómodo con la terminología relacionada con la inteligencia artificial.
- Entiendo las limitaciones de la inteligencia artificial.

C) El interés hacia la inteligencia artificial, su conocimiento y/o su uso, se mide desde 1 (nada interesado) hasta 5 (muy interesado) sobre las tres preguntas:

- Al final de mi formación, tendré confianza en el uso de herramientas básicas de inteligencia artificial para la gestión y administración de empresas si es necesario.
- Al final de mi formación, tendré una mejor comprensión de los métodos utilizados para evaluar el rendimiento de algoritmos de IA para la gestión y administración de empresas.
- En general, al final de mi formación, creo que tendré los conocimientos necesarios para trabajar habitualmente con IA en la gestión y administración de empresas.

D) El área de relación con la vida profesional de los estudiantes como futuros profesionales en la gestión y administración de empresas se midió con una escala desde 1 (totalmente en desacuerdo) hasta 5 (totalmente de acuerdo) para los siguientes ítems:

- La formación en inteligencia artificial será beneficiosa para mi carrera.
- Todos los estudiantes en gestión y administración de empresas deberían recibir formación en inteligencia artificial.

Por último, se les preguntó con respecto a la calidad y la manera en que los estudiantes se han formado sobre IA, inicialmente con dos preguntas dicotómica, si la había recibido o no, y si esta formación formaba parte obligatoria de alguna de sus titulaciones universitarias; y posteriormente se utilizó la siguiente pregunta tipo Likert:

E) La calidad de la formación recibida se midió en una escala del 1 al 5 desde muy mala hasta muy buena.

### 3.2.1. Actividad en el aula

Como hemos comentado, se diseñó y se llevó al aula una intervención con el objetivo de que los estudiantes descubrieran de forma práctica el potencial de la inteligencia artificial a través del uso de la aplicación WriteSonic. El docente realizó una breve introducción sobre la IA y las herramientas de NLP y se les facilitó a los estudiantes información sobre algunas de las herramientas que ofrece WriteSonic para que posteriormente pudiesen explorarlas por su cuenta.

Uno de los servicios que ofrece WriteSonic es “ChatSonic”. Se trata de una alternativa al famoso ChatGPT desarrollado por OpenAI pero con funcionalidades expandidas. Se trata de un bot conversacional al que se puede introducir frases o preguntas en lenguaje natural y obtener respuestas únicas. Puede integrar la búsqueda en Google para obtener resultados más recientes, puede hacer que el bot recuerde sus interacciones anteriores al generar una conversación, permite introducir preguntas mediante audio, permite seleccionar la “personalidad” del bot para obtener distintos tonos en las respuestas, puede pedirle al bot que genere una imagen a partir de su descripción (similar a la herramienta DALL·E de OpenAI). La prueba gratuita de WriteSonic dispone de 100 “generations” al mes y que cada interacción con ChatSonic (pregunta y respuesta) consume 2 “generations”.

Otra herramienta de WriteSonic es “AI Article & Blog Writer”, un asistente que puede escribir el texto completo de un artículo a partir del tema introducido por el usuario y en el idioma y calidad de redacción elegida. El asistente tiene varios pasos, primero genera varias ideas o títulos a partir de las palabras clave introducidas. Después genera varias opciones

de párrafos de introducción. A partir de eso genera varias opciones de secciones y estructura para el artículo. Y finalmente genera el texto completo. A cada paso el usuario puede elegir el número de opciones generadas, elegir la que más le guste y retocarla manualmente para customizar el resultado. La versión AI Article & Blog Writer 4.0 es muy similar, pero utiliza la calidad de redacción Premium (por lo que el máximo de palabras que se pueden generar gratis al mes será menor) y permite la búsqueda de palabras clave para optimizar el SEO (Search Engine Optimization) del artículo.

WriteSonic también se ofrecen herramientas para generar tan solo ideas, párrafos de introducción o estructuras para su artículo o blog que pueden servirle de ayuda para posteriormente completar el texto por sí mismo. En la sección “Getting Started” del sitio web se incluye información general sobre cómo funciona WriteSonic y qué propósito tiene. La documentación también incluye tutoriales detallados para todas las herramientas y gran cantidad de información, incluido el listado de herramientas (“Features”) ofrecidas.

La primera tarea a realizar, después de familiarizarse con la aplicación, consistió en que los estudiantes debían escribir dos entradas a un foro relacionadas con noticias de actualidad publicadas en Internet que estén relacionadas con la inteligencia artificial y su aplicación al ámbito de la gestión y administración de empresas. Antes de realizar esta tarea deben leer detenidamente y aceptar los términos de uso de los servicios ofrecidos por WriteSonic y, si no están de acuerdo con ellos, tienen la opción de optar por no utilizar esta herramienta y por lo tanto deberán buscar esta información en Internet y sintetizarla ellos mismo.

Para la segunda tarea, pueden buscar más información y noticias de actualidad sobre este tipo de herramientas similares a WriteSonic (ChatGPT...), y reflexionar y escribir una nueva entrada en el blog sobre los posibles usos de este tipo de tecnología, sus potenciales beneficios, utilidad, limitaciones y riesgos.

### 3.3. ANÁLISIS

Las respuestas de las encuestas fueron anónimas y, tras ser incorporadas a una misma matriz de datos para poder operar con ellas, se realizó el análisis cuantitativo. Se realizaron pruebas estadísticas descriptivas para conocer los diferentes niveles de conocimiento e interés por la inteligencia artificial y para comprobar la relación entre las distintas medidas utilizadas para estudiar el conocimiento de esta tecnología.

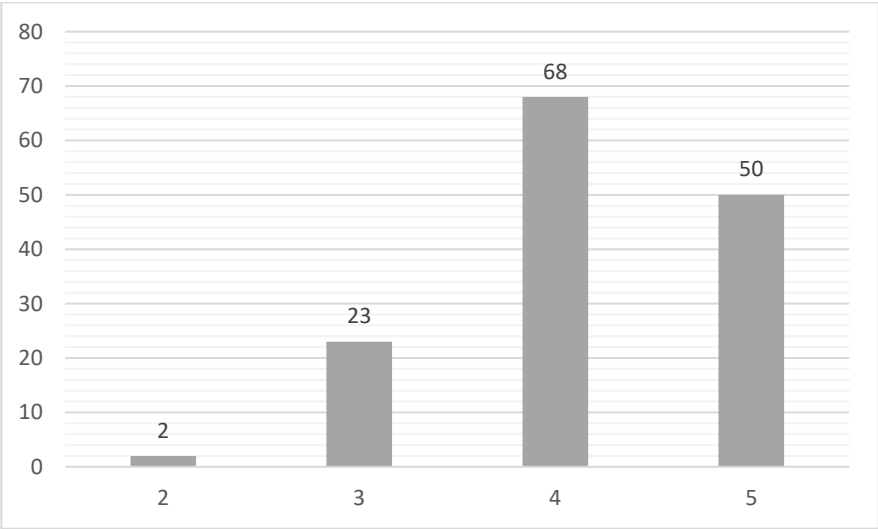
Por otro lado, las entradas de los blogs se analizaron con una metodología cualitativa de análisis del discurso.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

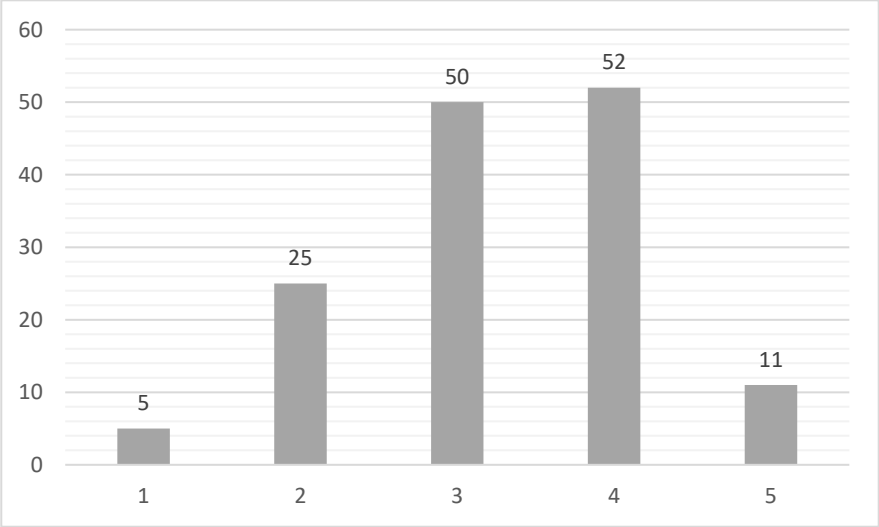
Los estudiantes perciben mayoritariamente que la IA jugará un papel importante en la gestión y administración de empresas, como se puede ver en el Gráfico 1 ( $M=4,16$ ;  $DT=0,73$ ), y esta percepción está correlacionada con el curso que se está estudiando, es decir la percepción de este beneficio es mayor para los estudiantes en los últimos cursos de su formación. Vemos en los resultados que la mayoría de los estudiantes, un 59,1%, se sienten amenazados profesionalmente por la IA al considerar que algunos perfiles profesionales serán reemplazados por la IA en la gestión de empresas ( $M= 3,74$ ;  $DT=0,92$ ).

**GRÁFICO 1.** La IA jugará un papel importante en la gestión y administración de empresas.



Con respecto al grado de conocimiento de los estudiantes sobre inteligencia artificial, podemos observar que la población encuestada no está muy familiarizada con los conceptos relacionados con la inteligencia artificial ( $M=2,96$ ;  $DT=0,99$ ) y mayoritariamente, el 59% de los estudiantes, no se sienten cómodos con la terminología de la IA ( $M=3,27$ ;  $DT=0,95$ ), salvo once estudiantes que indican valoraciones altas, como se ve en el Gráfico 2.

**GRÁFICO 2.** *Me siento cómodo con la terminología relacionada con la inteligencia artificial*



El 62% de los estudiantes entienden que formarse en IA sería beneficioso o muy beneficioso para sus carreras ( $M=3,99$ ;  $DT=0,84$ ), y piensan que todos los estudiantes deberían recibir esta formación ( $M=4,26$ ;  $DT=0,79$ ). Además, no existe una correlación con el ítem referido al grado de percepción sobre si al final de su formación tendrá los conocimientos necesarios para trabajar habitualmente con IA en la gestión y administración de empresas con el ítem referido a la percepción de que los estudiantes de la gestión y administración de empresas deberían recibir formación en inteligencia artificial ( $r=-0,01$ ).

Analizando cuál es la percepción sobre la información sobre IA que llega a los encuestados a lo largo de la formación, es decir, si creen que tendrá los conocimientos necesarios para trabajar habitualmente con IA en la gestión y administración de empresas, obtenemos que la confianza de los estudiantes en este sentido se sitúa en un valor medio de 3,20 ( $DT=1,02$ ), aunque con una alta dispersión. Aunque no hay diferencias significativas entre los estudiantes de ADE y los de PYME sobre la percepción sobre sus conocimientos en IA, sí se observa un grado de correlación negativa con el curso que estudia.



Solo el 18% de los estudiantes recibieron alguna enseñanza sobre IA (9 estudiantes de ADE y 17 estudiantes de PYME) y 14 de ellos, algo más de la mitad, recibió tal enseñanza como parte de su currículo obligatorio de entre 0 y 10 horas, el resto se autoformó en IA. Un 7,69% considera que es mala o muy mala la formación recibida, frente a un 42,30% que la considera buena o muy buena. De media la calidad de la formación se percibe como buena ( $M=3,46$ ,  $DT=0,92$ ), lo cual es un dato positivo en su conjunto, aunque se observa una alta dispersión y la mayoría de las respuestas la califican como “ni buena ni mala”.

#### 4.2. RESULTADOS DE LAS ENTRADAS AL BLOG

El análisis del primer tipo de entradas sobre la experiencia de los estudiantes con la herramienta WriteSonic muestra que los estudiantes descubren la gran utilidad en el uso de este servicio debido a su rapidez y eficacia. Las entradas producidas por WriteSonic son coherentes, con generación de ideas y estructura correcta, aunque los estudiantes observan que es necesario comprobar la veracidad de la información producida. La crítica más frecuente que expresan los estudiantes es que el contenido generado por la herramienta es genérico, poco natural y repetitivo y, especialmente, carece de toque personal.

Respecto al análisis del segundo tipo de entradas, donde los estudiantes reflexionan sobre la IA y su potencial impacto sobre la gestión y administración de empresas, observamos que son capaces de identificar tanto las oportunidades que presenta la tecnología como sus limitaciones.

Los estudiantes piensan que la IA puede ser beneficiosa puesto que permite ahorrar tiempo y coste, mejorar productividad, y tomar decisiones de forma más eficiente. También ven su utilidad para analizar grandes cantidades de datos, y así poder identificar tendencias y patrones:

“Muchos temen que la tecnología pueda reemplazar a las personas en sus trabajos, pero esto no tiene por qué ser así. La capacidad de la IA para procesar grandes cantidades de información de manera rápida y eficiente la convierte en una herramienta sumamente valiosa para optimizar procesos, reducir costos y aumentar la productividad”

Sin embargo, también ven el riesgo que podría suponer un uso indebido de la IA y, en concordancia con sus respuestas a la encuesta, manifiestan

su preocupación por el efecto que la IA podría tener en el mercado laboral por su potencial de reemplazo de puestos de trabajo. Los estudiantes se muestran conscientes de la necesidad de proteger la privacidad y la seguridad de los datos personales.

“La IA también puede ser peligrosa si no se utiliza de manera responsable. La toma de decisiones autónomas puede llevar a resultados no deseados si los datos de entrada están sesgados o son inexactos”

“La automatización de procesos puede llevar a la eliminación de puestos de trabajo y la desigualdad económica”.

“La IA puede procesar y analizar grandes cantidades de información personal, es importante establecer regulaciones y políticas claras para garantizar que se utilice la IA de manera ética y responsable”.

Por lo tanto, observamos que los estudiantes, a través de esta experiencia en el aula, han comprendido el alcance de la inteligencia artificial, perciben el potencial de la IA pero también sus peligros y limitaciones, porque como afirmara Stephen Hawking: «La IA puede ser lo mejor o lo peor que ha sucedido en la Historia de la Humanidad» (Infobae, 2017).

## 5. DISCUSIÓN

De acuerdo con nuestro objetivo inicial, de los resultados extraídos se deduce que el acceso a las tecnologías emergentes, como es la inteligencia artificial, generará una disrupción en el proceso de educación de futuros profesionales en la gestión y dirección de empresas.

El desarrollo y aplicación de la inteligencia artificial en el mundo laboral implica que los estudiantes de hoy vivirán y trabajarán en el futuro con estas y otras tecnologías y que éstas serán parte de su vida diaria. Con esta consideración, es posible que la formación que estamos impartiendo en las facultades de Economía deba modificarse.

En términos generales, el interés de los estudiantes en grados de gestión y administración de empresas por la ciencia de datos –en concreto, por la inteligencia artificial– es relativamente elevado, aunque su nivel de conocimiento es escaso y, en su mayoría, adquirido a través de la autoformación.

Cabe apuntar que nuestros resultados muestran que el interés de los estudiantes por la IA es mayor que el grado de familiarización, siguiendo la línea de los estudios nacionales FECYT, por lo que el foco de líneas futuras de trabajo podría colocarse en la mejorar la formación en esta materia, de manera que todos los estudiantes, próximos profesionales en la gestión y dirección de empresas, tengan acceso a más información sobre estas tecnologías. En este sentido, un mayor interés está relacionado directamente con un mayor conocimiento, por lo que tal como avanzan Sánchez-Holgado et al. (2022), “ciudadanos más informados serán consumidores de información científica y tecnológica” y dada la relevancia que esta tecnología tienen en la vida diaria de las personas actualmente, convendría que se produjeran mejoras en este sentido. Deben presentarse a los estudiantes casos de uso realistas, además de las limitaciones reales de la IA, para que no se sientan desanimados de introducir la IA en la gestión y administración de empresas y la usen como una potente herramienta profesional con confianza y responsabilidad.

## 6. CONCLUSIONES

Los avances en IA unidos al desarrollo del procesamiento del lenguaje natural cambian y evolucionan rápidamente por lo que es probable que en poco más de un lustro se produzca la «singularidad tecnológica» (Benjamins y Salazar, 2020) de la IA lo que induce a reflexionar sobre el impacto que en la actualidad tienen los sistemas de inteligencia artificial en toda la sociedad en general.

Las tendencias actuales en IA y ciencia computacional se están moviendo hacia la IA centrada en el ser humano, (Yang et al., 2021). Según la UNESCO (2019), la IA tiene el potencial de abordar algunos de los mayores desafíos que enfrenta la educación hoy en día, a saber, desarrollar prácticas innovadoras de enseñanza y aprendizaje guiadas por los principios fundamentales de inclusión y equidad mientras ayuda a acelerar el progreso hacia el ODS 4. Esto nos lleva a considerar los Objetivos Sostenibles propuestos por UNESCO (2021) en la implementación de la IA en la educación, con el fin de asegurar que se cumplan los

supuestos éticos y que se potencie el potencial humano en lugar de obstaculizarlo (UNESCO, 2019).

Creemos necesario elaborar las estrategias adecuadas para mejorar el conocimiento y el uso sobre la IA, así, coincidimos con Flores-Vivar y García-Peñalvo (2023) en que es necesario diseñar y desarrollar planes de alfabetización algorítmica en los planes formativos de cualquier campo del conocimiento que incluyan el aprendizaje de la IA (desde su explicación tecnológica hasta las cuestiones éticas y filosóficas de su impacto) y que deberían ser flexibles, abiertos, inclusivos y en continua evolución, enmarcados en las líneas recogidas en UNESCO (2019): aprender con la IA (utilizar herramientas de IA en el aula), aprender sobre la IA (sus tecnologías y técnicas) y prepararse para la IA (permitir que todos los ciudadanos comprendan el impacto potencial de la IA en la vida humana).

## 7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Este trabajo es parte de la tesis doctoral de la primera autora. Esta tesis se enmarca en el Proyecto (ForInvEs 50-20) “Los condicionantes del cambio tecnológico en España, 1950-2020: formación e investigación”, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España y cofinanciado por la Unión Europea y por la Agencia Estatal de Investigación.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Almaraz-López, C. (2020). *Deep Learning aplicado a la Visión por Computador. Conceptos principales, desarrollo histórico y estado del arte*. Editorial Círculo Rojo.
- Benjamins, R., & Salazar, I. (2020). *El mito del algoritmo. Cuentos y cuentas de la Inteligencia artificial*. Ediciones Anaya Multimedia. <https://bit.ly/3QfzhwR>
- Cui, Y. (2020). *Artificial intelligence and judicial modernization*. Springer.
- European Commission (2017). *Special Eurobarometer 460: Attitudes towards the impact of digitization and automation on daily life (Issue May)*. <https://doi.org/10.2759/835661>

- European Commission (2020a). Libro Blanco sobre la inteligencia artificial: un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza. <https://bit.ly/3Wp5oy2>
- European Commission (2020b). On Artificial Intelligence - A European approach to excellence and trust. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- FECYT (2020). Percepción social de la ciencia y la tecnología en España 2020. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. <https://bit.ly/3UrT2TX>
- Flores-Vivar, J. M. & García-Peñalvo, F. J. (2023). Reflexiones sobre la ética, potencialidades y desafíos de la Inteligencia Artificial en el marco de la Educación de Calidad (ODS4) Comunicar, 31 (74). <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- Gupta, S., Kamboj, S. & Bag, S. (2021). Role of Risks in the Development of Responsible Artificial Intelligence in the Digital Healthcare Domain. Information Systems Frontiers. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10174-0>
- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. Computers and Education: Artificial Intelligence, 1, 100001. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>
- Infobae (Ed.) (2017). La cruda advertencia de Stephen Hawking sobre el desarrollo de la inteligencia artificial. Infobae. <https://bit.ly/38XreF4>
- Leslie, D. (2020). Tackling COVID-19 through responsible AI innovation: five steps in the right direction. Harvard Data Science Review. <https://arxiv.org/abs/2008.06755>
- Liu, R., Gupta, S., and Patel, P. (2021). The application of the principles of responsible AI on social media marketing for digital health. Information Systems Frontiers. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10191-z>
- Maree, C., Modal, J. E. and Omlin, C. W. (2020). Towards Responsible AI for Financial Transactions. 2020 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI), Canberra, Australia, 16-21, <https://doi.org/10.1109/SSCI47803.2020.9308456>
- Ministerio de Ciencia Innovación y Universidades (2019). Estrategia Española de I+D+i en Inteligencia Artificial. <https://bit.ly/3Ta8vY3>
- Nabavi, E., Browne, C. (2023). Leverage zones in Responsible AI: towards a systems thinking conceptualization. Humanities and Social Sciences Communications, 10(82). <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01579-0>
- Nunes A., Reimer B., Coughlin J. F. (2018). People must retain control of autonomous vehicles. Nature Machine Intelligence, 556, 169-171. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-04158-5>
- Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26(2), 582–599. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3>

- Sánchez-Holgado, P., Calderón, C., & Blanco-Herrero, D. (2022). Conocimiento y actitudes de la ciudadanía española sobre el big data y la inteligencia artificial. *Revista ICONO 14. Revista Científica de Comunicación y Tecnologías Emergentes*, 20(1). <https://doi.org/10.7195/ri14.v21i1.1908>
- Schwalbe, N. & Wahl, B. (2020). Artificial intelligence and the future of global health. *Lancet*, 395(10236):1579–1586. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30226-9
- Sit, C., Srinivasan, R., Amlani, A., Muthuswamy, K. Azam, A., Monzon, L. & Poon, D.S. (2020). Attitudes and perceptions of UK medical students towards artificial intelligence and radiology: a multicentre survey. *Insights into Imaging*, 11(14). <https://doi.org/10.1186/s13244-019-0830-7>
- Stanley-Lockman, Z., & Christie, E. H. (2021). An artificial intelligence strategy for NATO. *NATO Review*, 25. <https://www.nato.int/docu/review/articles/2021/10/25/an-artificial-intelligence-strategy-for-nato/index.html>
- Trocin, C., Mikalef, P., Papamitsiou, Z., & Conboy, K. (2021). Responsible AI for digital health: a synthesis and a research agenda. *Information Systems Frontiers*. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10146-4>
- UNESCO (2019). *The Sustainable Development Goals Report*. <https://bit.ly/34nbq60>
- UNESCO (2021). *International Forum on AI and the futures of education developing competencies for the AI era*. <https://bit.ly/3zoB6AS>
- Wang, N., Tian, M.Y. (2022). ‘Intelligent Justice’: AI Implementations in China’s Legal Systems. En A. Hanemaayer (eds). *Artificial Intelligence and Its Discontents. Social and Cultural Studies of Robots and AI*. Palgrave Macmillan. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-88615-8\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-88615-8_10)
- Wearn, O.R., Freeman, R., and Jacoby, D.M.P. (2019). Responsible AI for conservation. *Nature Machine Intelligence*, 1(2), 72–73. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0022-7>
- Yang, Y., Zhuang, Y. & Pan, Y. (2021). Multiple knowledge representation for big data artificial intelligence: framework, applications, and case studies. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, 22(12), 1551–1558. <https://doi.org/10.1631/FITEE.2100463>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V.I., Bond, M. and Gouverneur, F. (2019) Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y *WEB SCRAPING* APLICADO AL APRENDIZAJE DE INVESTIGACIÓN DE MERCADOS

---

SOFIA BLANCO-MORENO  
*Universidad de León, España*

AROA COSTA-FEITO  
*Universidad de León, España*

ANA M. GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ  
*Universidad de León, España*

MIGUEL CERVANTES-BLANCO  
*Universidad de León, España*

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. EXPERIENCIA INNOVADORA

Durante los últimos años se ha observado una creciente tendencia en la que las nuevas tecnologías han cobrado un papel muy importante en el crecimiento y en la recuperación de las empresas tras diversas crisis económicas y sanitarias. A partir del año 2020 se ha extendido el uso y la relevancia de nuevas técnicas de investigación de mercados que permiten a las organizaciones reducir sus costes, extraer valor oculto de los datos hasta el momento olvidados y, finalmente, lograr más con menos (WEF, 2021).

Es inevitable que estos avances tecnológicos surjan en el seno de las empresas, quienes siempre avanzan más rápido que la educación académica, es la propia Universidad la que debe adaptarse a estos cambios disruptivos, aprendiendo de los mismos y transmitiendo estos nuevos conocimientos al alumnado. En la actualidad, una investigación buena y de calidad requiere de una tonelada de datos cuidadosamente seleccionados, cuya obtención hasta hace unos años llevaba una enorme

cantidad de tiempo y, ahí es donde el *web scraping* ayuda enormemente. Pero no son únicamente importantes los datos, sino que, para analizar este elevado volumen de información son necesarias nuevas técnicas que soporten dichas magnitudes, por ello es necesario vincular la técnica de descarga con el análisis de Inteligencia Artificial (IA) (Blanco-Moreno et al., 2023).

Concretamente, en el ámbito del marketing y la investigación de mercados, durante los últimos años han despuntado tres temáticas principales: segmentación y perfilado de los consumidores, conocimiento del comportamiento del consumidor, y *data mining* (Chintalapati & Pandey, 2022).

Esta actividad formativa, desarrollada dentro del Grupo de Innovación Docente de la Universidad de León, *MKTing Teaching Innovation*, tiene como objetivo adaptarse a los cambios globales que se han producido en el mundo de la investigación de mercados y educar a los alumnos con base en estas nuevas tecnologías, que son y serán imprescindibles en cualquier empresa que desee alcanzar el éxito e introducirse en la economía del dato (European-Commission, 2021). Como se desarrollará en los siguientes apartados, es necesario apostar por una transición digital inclusiva, como indica la Unión Europea en sus prioridades 2019-2024 y en su programa para una Europa Digital 2021-2027 con casi 8 mil millones de euros de presupuesto (European-Commission, 2019, 2021).

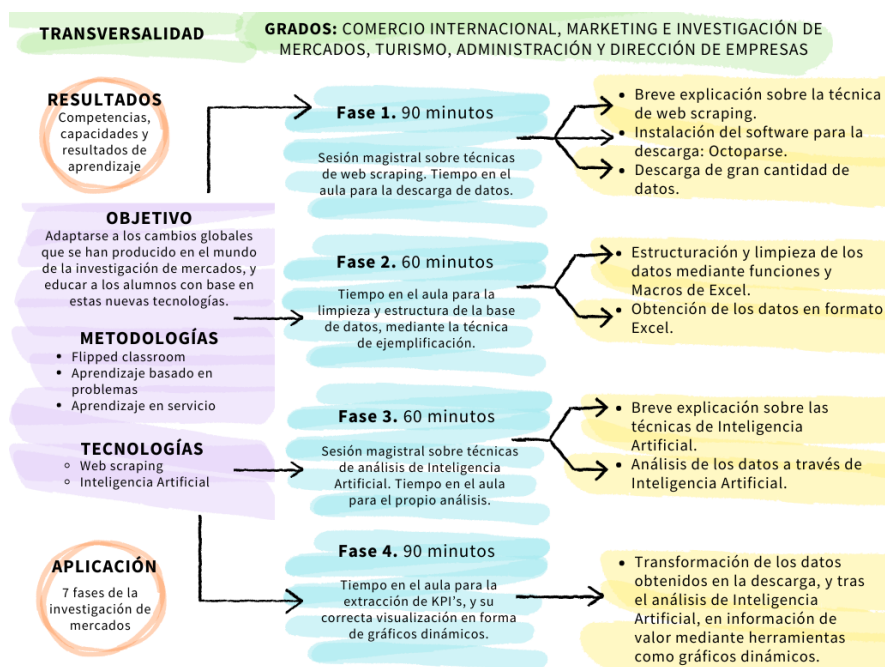
En los siguientes apartados se describe una práctica formativa con base en la innovación que destaca por su carácter transversal y multidisciplinar. Transversal por tres motivos: el primero relacionado con las 8 asignaturas en las que se ha implementado esta actividad, pertenecientes cuatro Grados impartidos en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, llegando a más de 300 alumnos. El segundo motivo es su vinculación con la práctica totalidad de las fases que se abordan en una investigación de mercados real. El tercer y último motivo es el hecho de que esta actividad se entrelaza y conecta con otros contenidos impartidos en diversas asignaturas de todos los Grados, como es el análisis de la información y la extracción de KPI's a partir de información disponible en línea. Además, esta actividad es multidisciplinar al abarcar diferentes metodologías, herramientas y tipos de análisis que no son



exclusivos del ámbito de la economía de la empresa, sino que tienen relación con la informática, visualización de datos y toma de decisiones en situaciones empresariales.

Las conclusiones de esta actividad formativa se pueden resumir en tres: una excepcional acogida por parte de los estudiantes dada su estrecha vinculación con las nuevas tecnologías; un correcto aprendizaje de las técnicas disruptivas de la investigación de mercados; un sentimiento de orgullo por parte de los estudiantes al haber conseguido realizar una investigación de mercados real que podrían presentar a cualquier empresa a la que le interesen los resultados.

**FIGURA 1.** Resumen conceptual de la experiencia innovadora.



Fuente: Elaboración propia

Esta actividad formativa ha conseguido implementar nuevas tecnologías, como es el *web scraping*, así como nuevas técnicas de investigación de mercados, como es la IA, en diferentes aulas de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. *Web scraping* o rastreo web, es una técnica que sirve para extraer información de sitios web utilizada

mediante programas de *software*. La innovación de dicha técnica es que permite la simulación de la navegación de un humano en Internet, ya sea utilizando el protocolo HTTP manualmente, o incrustando un navegador en una aplicación, como es un *web crawler*. La IA es la disciplina que intenta replicar y desarrollar la inteligencia y sus procesos implícitos a través de los ordenadores. La innovación de esta técnica consiste en posibilitar el análisis de grandes cantidades de datos de forma automática, sin intervención humana.

Para ello se han dedicado 4 sesiones, con una totalidad de 5 horas en las que se han aplicado metodologías como:

- *Flipped classroom*: se grabaron y subieron diferentes vídeos y apuntes a la plataforma Moodle de forma previa a las sesiones en clase.
- Aprendizaje con base en problemas: durante las sesiones prácticas se fueron resolviendo diferentes problemas en directo similares a los casos prácticos de cada alumno.
- Aprendizaje en servicio: al finalizar la práctica, los alumnos obtienen un análisis profundo y exhaustivo de los datos descargados y de la empresa elegida para analizar previamente. Se instó a los alumnos a mostrar esos resultados a las empresas elegidas.

Esta actividad formativa tiene un marcado carácter transversal, al abarcar la totalidad de las fases de una investigación de mercados:

- Definición del problema, los objetivos y las oportunidades: se ha expuesto a los alumnos los diferentes tipos de problemas que se pueden resolver con la técnica de *web scraping*.
- Diseño de la investigación: se ha expuesto a los alumnos cómo se debe proceder y qué pasos se deben seguir para elaborar una investigación de mercados con datos recogidos a través de fuentes digitales.
- Obtención de la información y datos: se ha expuesto a los alumnos cómo se realiza una descarga de datos a través de la

técnica de *web scraping*. Para ello se ha procedido a la descarga en el aula en directo.

- Tratamiento: se ha expuesto a los alumnos cómo se trata la información almacenada en un archivo de Excel, a través de funciones, tablas dinámicas, gráficos y macros. Para ello se ha procedido al tratamiento en el aula en directo.
- Análisis de los datos y acciones con base en datos: se ha expuesto a los alumnos cómo se analizan grandes cantidades de datos a través de AI. Para ello se ha procedido al análisis en el aula en directo.
- Interpretación y presentación de los resultados: se ha instado a los alumnos a la consecución de diferentes KPI's mediante los resultados obtenidos tras el tratamiento y el análisis de los datos. Para ello se ha procedido a la interpretación en el aula.

## 1.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA INNOVACIÓN

Se ha implementado en diferentes asignaturas de Grados impartidos en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales (entre paréntesis los alumnos, OB: obligatoria, OP: optativa):

- Grado en Marketing e Investigación de Mercados: Aplicaciones de investigación de mercados (OB)(50), Marketing turístico (OP)(25), Investigación de mercados experimental (OP)(16), Comportamiento del consumidor (OB)(50).
- Grado en Turismo: Investigación de mercados (OB)(16), Marketing turístico (OB)(20).
- Grado en Administración y Dirección de Empresas: Investigación de mercados (OB)(100).
- Grado en Comercio Internacional: Comportamiento del consumidor (OB)(45).

FIGURA 2. Asignaturas en las que se ha implementado la actividad.



Fuente: Elaboración propia

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de esta actividad formativa es adaptarse a los cambios globales que se han producido en el mundo de la investigación de mercados y educar a los alumnos con base en estas nuevas tecnologías. Como objetivos secundarios se destacan mediante el aprendizaje de:

- Diferentes técnicas de descarga de datos automática con la técnica de *web scraping*.
- Limpieza y estructuración de bases de datos con funciones y macros de Excel.
- Diferentes técnicas de análisis mediante IA con la técnica de *machine learning* y el software MeaningCloud<sup>8</sup>.
- Elaboración, visualización e interpretación de información en una investigación.

<sup>8</sup> <https://www.meaningcloud.com/>

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. FASES Y MATERIAL ENTREGADO

Esta innovación se ha dividido en 4 fases, integrando diferentes acciones:

- 1ª fase. Rastreo y descarga de información: se ha ofrecido una sesión magistral sobre técnicas de *web scraping* y se ha invertido tiempo en el aula para la descarga de datos.
- 2ª fase. Limpieza de la base de datos obtenido en formato Excel: se ha invertido tiempo en el aula para la limpieza y estructura de la base de datos, mediante la técnica de ejemplificación.
- 3ª fase. Análisis de la información tras la limpieza: se ha ofrecido una sesión magistral sobre técnicas de análisis de IA, y se ha invertido tiempo en el aula para el análisis.
- 4ª fase. Extracción de conclusiones y KPI's: se ha dedicado tiempo en el aula para la extracción de KPI's y su correcta visualización en forma de gráficos dinámicos.

Respecto a las actividades desarrolladas en cada fase y temporalización, se detallan a continuación:

**TABLA 1.** *Tabla resumen sobre las sesiones impartidas*

<b>Sesiones</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Actividades</b>
1ª sesión: Rastreo y descarga de información	90 min	<ul style="list-style-type: none"><li>• Breve explicación sobre web scraping.</li><li>• Instalación del software: Octoparse.</li><li>• Descarga de gran cantidad de datos.</li></ul>
2ª sesión: Limpieza y estructuración de la base de datos obtenida en formato Excel.	60 min	<ul style="list-style-type: none"><li>• Obtención de los datos en formato Excel.</li><li>• Estructuración y limpieza de los datos mediante funciones y Macros de Excel.</li></ul>
3ª sesión: Análisis de la información tras limpieza mediante IA.	60 min	<ul style="list-style-type: none"><li>• Breve explicación sobre las técnicas de IA.</li><li>• Análisis de los datos a través de IA.</li></ul>
4ª sesión: fase Extracción de conclusiones y KPI's	90 min	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transformación de los datos descargados, y tras el análisis de IA, en información de valor mediante herramientas como gráficos dinámicos.</li></ul>

Fuente: elaboración propia

Los materiales y recursos generados y/o utilizados se detallan a continuación:

**TABLA 2.** *Tabla resumen sobre los materiales entregados y generados en las sesiones*

<b>Sesiones</b>	<b>Materiales entregados al alumnado</b>	<b>Materiales generados durante las sesiones</b>
1ª sesión: Rastreo y descarga de información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación .pdf de web scraping.</li> <li>• Manuales de usuario para la instalación Octoparse, Excel y el uso de sus principales características.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los alumnos deben finalizar esta fase con un archivo de Excel con gran cantidad de datos estructurados y obtenidos de fuentes digitales.</li> </ul>
2ª sesión: Limpieza de la base de datos obtenido en formato Excel.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual de usuario para el uso de Macros y funciones en Excel.</li> <li>• Manual de usuario para la aplicación de filtros, funciones, gráficos y tablas dinámicas en Excel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los alumnos deben finalizar esta fase con un archivo de Excel con información estructurada y disponible para su análisis (transformación de texto a número, limpieza de celdas, volcado de bases de datos, etc.)</li> </ul>
3ª sesión: Análisis de la información tras la limpieza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual de usuario para la instalación del software MeaningCloud en Excel y el uso de sus principales características.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los alumnos deben finalizar esta fase con un archivo de Excel que muestre todos los datos analizados con IA.</li> </ul>
4ª sesión: fase Extracción de conclusiones y KPI's	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual de usuario para la transformación de grandes cantidades de datos en información para la toma de decisiones, a través de gráficos dinámicos de Excel y herramientas como Power BI.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los alumnos deben finalizar esta fase con un archivo de Excel en el que se muestran diferentes KPI's obtenidos a partir del tratamiento y análisis previos.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

### 3.2. PLAN DE SEGUIMIENTO EVALUACIÓN DE RESULTADOS

El planteamiento de esta actividad formativa tiene un carácter secuencial, en el que es necesario ir realizando cada fase de forma consecutiva para poder llevar a cabo la siguiente fase. Para ello los alumnos han realizado varias entregas y el profesorado ha evaluado las mismas, con el fin de que los alumnos pudieran seguir trabajando en las siguientes etapas. En los casos en los que los alumnos no han podido finalizar una fase (por problemas técnicos, faltas de asistencia, etc.), el profesor ha

entregado esa fase resuelta a los alumnos para facilitar así la continuidad de la práctica.

Los indicadores para evaluar esta actividad formativa se han volcado en una rúbrica que ha permitido calificar la consecución de los objetivos. Para ello, se han valorado si el alumno:

- ha conseguido la descarga de la información.
- ha conseguido tratar los diferentes datos obtenidos:
  - transformar texto a número.
  - limpiar celdas de Excel.
  - volcar información de una base de datos a otra a través de la función BuscarV ().
  - extraer URLs de los textos a través de Macros de Excel.
- ha conseguido analizar las variables extraídas a través de IA.
- ha sido capaz de transformar los datos en información valiosa para la toma de decisiones:
  - creación de tablas dinámicas que agrupen información importante.
  - creación de gráficos dinámicos que resuman la información más relevante.
  - creación de relaciones entre tablas y variables que permitan extraer información.

#### 4. CASO DE USO: ASIGNATURA MARKETING TURÍSTICO

A continuación, se desarrolla uno de los casos de estudios, aplicado concretamente a la asignatura de Marketing Turístico del Grado de Marketing e Investigación de Mercados.

Uno de los contenidos web que ha crecido exponencialmente en los últimos años son las valoraciones de los usuarios en sus viajes y

experiencias. Hoy en día es muy normal que las personas publiquen su opinión sobre diferentes productos o servicios en internet.

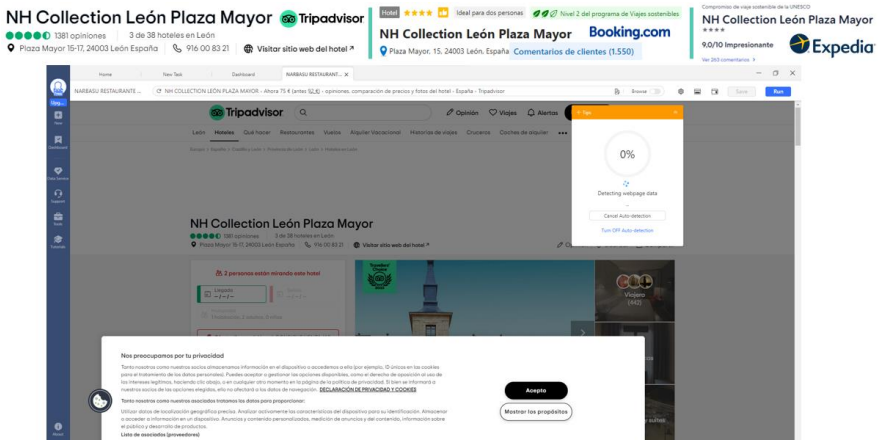
Dada la importancia de conocer las opiniones de los usuarios, que reflejan el servicio real que han experimentado, y que son públicas y están al alcance tanto de otros usuarios como de los propios gestores del servicio, se ha considerado relevante el análisis de las reseñas de los usuarios en internet por parte de los estudiantes de marketing turístico.

La primera fase de la tarea ha consistido en que los alumnos accedieran a diferentes sitios de reservas y reseñas de hoteles online, como TripAdvisor, Booking.com y Expedia. Tras la explicación de la técnica de *web scraping*, los alumnos son capaces de entender la estructura de cada página web y cómo para hacer la descarga es necesario conocer cómo se estructuran y clasifican los datos previamente. Después, se insta a los alumnos a descargar las diferentes reseñas de usuarios sobre un hotel del destino turístico León, concretamente de TripAdvisor. Para la descarga se hace uso de la herramienta Octoparse, que permite obtener, entre otros datos:

- El texto de la reseña.
- El título de la reseña.
- La fecha de publicación.
- Las estrellas de 1 a 5.
- El usuario que publica la reseña.
- La localización del usuario.
- Cuántas reseñas ha publicado en TripAdvisor.
- Si esa reseña la han considerado útil otros usuarios.
- La URL de la reseña.



FIGURA 3. Ejemplo de reseñas en Tripadvisor.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 4. Ejemplo de base de datos obtenida tras la descarga.

#	Título	Imagen	Autor/URL	Fecha	Nombre	Default	Rating	Rating	URL	URL	URL
1	La situación en plaza Mayor es inmejorable		https://www.tripadvisor.es/.../1041218	escritó una opinión (14 feb)	rafa1104218	Vigo, España	1	1 contribuciones	https://www.tripadvisor.es/.../1041218	Situación	https://www.tripadvisor.es/.../1041218
2	Este es mi hotel cuando vengo a León, la ubicación		https://www.tripadvisor.es/.../4770mago	escritó una opinión (may 2021)	4770mago	Comunidad de Madrid	18	18 contribuciones	4	4 votos útiles	https://www.tripadvisor.es/.../4770mago
3	Tras muy amable por todo el personal del hotel		https://www.tripadvisor.es/.../17460	escritó una opinión (17 feb)	17460	Madrid, España	5	5 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../17460
4	Tras indic que queramos una habitación tranquila		https://www.tripadvisor.es/.../14307	escritó una opinión (16 feb)	14307	Madrid, España	84	84 contribuciones	4	4 votos útiles	https://www.tripadvisor.es/.../14307
5	Excelente ubicación, Nueva habitación data 4		https://www.tripadvisor.es/.../126	escritó una opinión (ene 2022)	126	Madrid, España	27	27 contribuciones	8	8 votos útiles	https://www.tripadvisor.es/.../126
6	Estancia cómoda y servicio de estacionamiento		https://www.tripadvisor.es/.../141518	escritó una opinión (ene 2022)	141518	Madrid, España	1	1 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../141518
7	Disfrutamos de un fin de semana en familia		https://www.tripadvisor.es/.../141518	escritó una opinión (ene 2022)	141518	Madrid, España	1	1 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../141518
8	El hotel que da de una situación excelente en la Plaza Mayor		https://www.tripadvisor.es/.../141518	escritó una opinión (dic 2021)	141518	Madrid, España	1	1 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../141518
9	Hotel maravilloso, muy bien situado, en el mismo		https://www.tripadvisor.es/.../141518	escritó una opinión (dic 2021)	141518	Madrid, España	1	1 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../141518
10	Hotel situado en pleno casco antiguo de la ciudad		https://www.tripadvisor.es/.../141518	escritó una opinión (dic 2021)	141518	Madrid, España	1	1 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../141518
11	Excelente ubicación y servicio, entorno en grupo		https://www.tripadvisor.es/.../141518	escritó una opinión (nov 2021)	141518	Madrid, España	1	1 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../141518
12	Excelente ubicación, un paso de todo, muy		https://www.tripadvisor.es/.../141518	escritó una opinión (nov 2021)	141518	Madrid, España	1	1 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../141518
13	Muy buen hotel, el personal muy amable, muy		https://www.tripadvisor.es/.../141518	escritó una opinión (nov 2021)	141518	Madrid, España	1	1 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../141518
14	No nos fuimos ni de semana con nuestras mascotas		https://www.tripadvisor.es/.../141518	escritó una opinión (nov 2021)	141518	Madrid, España	1	1 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../141518
15	Una decepción, ves las fotos de la habitación		https://www.tripadvisor.es/.../141518	escritó una opinión (nov 2021)	141518	Madrid, España	1	1 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../141518
16	Excelente hotel, por su personal siempre atento		https://www.tripadvisor.es/.../141518	escritó una opinión (nov 2021)	141518	Madrid, España	1	1 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../141518
17	Gracias NH Collection León, por permitir esta		https://www.tripadvisor.es/.../141518	escritó una opinión (oct 2021)	141518	Madrid, España	1	1 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../141518
18	Mi primera visita ha sido altamente satisfactoria		https://www.tripadvisor.es/.../141518	escritó una opinión (oct 2021)	141518	Madrid, España	1	1 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../141518
19	Personal muy amable, imponente situación, id		https://www.tripadvisor.es/.../141518	escritó una opinión (oct 2021)	141518	Madrid, España	1	1 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../141518
20	Un hotel muy agradable, Moderno, buen precio		https://www.tripadvisor.es/.../141518	escritó una opinión (oct 2021)	141518	Madrid, España	1	1 contribuciones	1	1 voto útil	https://www.tripadvisor.es/.../141518

Fuente: Elaboración propia

Tras la descarga de los datos, la siguiente fase consiste en la limpieza y estructuración de la base de datos obtenida en formato Excel. En esta fase los alumnos deben comprobar si los datos se han descargado de forma correcta y estructurada y, si se puede trabajar con ellos. Por ejemplo, se debe transformar la columna “contribuciones”, ya que no es una variable con la que se pueda trabajar de forma matemática al contener texto y, por ello, deben transformarlo a número.

La tercera fase ha consistido en el análisis de los datos descargados y estructurados mediante IA. Para ello se hace uso de la herramienta Meaning Cloud y se analizan únicamente las reseñas de cada usuario.

FIGURA 5. Análisis de temáticas mediante IA de las reseñas descargadas.

Fecha	Reseña	Categoría	Etiquetas	Puntuación
1	La situación en plaza Plaza Mayor es inmejorable, con todos los servicios muy cerca. Por las mañanas los sábados se monta un mercado de abastos en la misma que es muy agradable. El personal del hotel supe...	30 barcos/viajes y desplazamientos		5
2	Este es el hotel cuando vijas a León. La ubicación es inmejorable en pleno centro, el personal 100% pendiente de las necesidades y sugerencias cliente. Faltaban para todo el equipo de NH Collection Le...	30 barcos/viajes y desplazamientos		5
3	Tras mi análisis por todo el personal del hotel. Las instalaciones muy acogedoras. El desayuno buffet muy bueno y completo. La decoración del hotel es muy buena por su ubicación en el centro de León. Da que...	10 barcos/viajes y desplazamientos		5
4	Tras indicar que queríamos una habitación tranquila por motivos de trabajo, nos dieron una habitación que daba a la plaza y las concurrencias fueron raras. Sin poder dormir a causa del ruido que se escuchó...	11 ocio, estilo de vida y tiempo libre		1
5	Excelente ubicación. Nuestra habitación daba a la plaza y aunque los vecinos eran expectantes, se oía algo de ruido por la noche en la que había muchos bares y terrazas. Habitaciones algo pequeñas. Desayuno...	11 ocio, estilo de vida y tiempo libre		5
6	Estancia cómoda y servicio de restauración extraordinario, con espacios confortables y muy seguros respecto al COVID. Ideal para eventos familiares por su ubicación y equipamiento al cliente. Muy recomen...	10 barcos/viajes y desplazamientos		5
7	Disfrutamos de un fin de semana en familia, conocimos la ciudad con una ubicación inmejorable, unos servicios excelentes y un personal amable y atento. Buenas vistas a la plaza Mayor de León con ambiente...	16 asuntos sociales		1
8	El hotel gana de una situación excelente en el Plaza Mayor, el conserje de León, a un paso de todo. Cuenta con un atento equipo, tanto en la Sala de Desayunos como en la Recepción, acogedor y muy pendiente i...	30 barcos/viajes y desplazamientos		1
9	Hotel maravilloso, muy bien situado, en el mismo centro de la ciudad, restaurante y bares rodean el hotel. Personal de recepción muy encantador y amables. Habitaciones confortables y el desayuno de 10. ...	30 barcos/viajes y desplazamientos		1
10	Hotel situado en pleno centro antiguo de la ciudad y a unos pasos de lugares de interés así como interesantes sitios donde cenar. La atención del personal fue inmejorable como en las anteriores ocasiones. Sin...	10 barcos/viajes y desplazamientos		1
11	Excelente ubicación y servicio. Fuimos un grupo de amigos un fin de semana y pudimos ir andando a todos los lugares de interés de León en apenas minutos. La atención del personal del hotel inmejorable. Rec...	30 barcos/viajes y desplazamientos		1
12	Reseña muy amable. Inmejorable ubicación. Ideal para conocer el centro de León. Lo único malo del parking aunque no pertenece al hotel una verdadera molestia salir sin recoger el coche. Se vuelve a León...	30 barcos/viajes y desplazamientos		1
13	Muy buen hotel. El personal muy amable. Muy limpio. En plaza plaza mayor. Bares y terraza en pleno hotel. Te olvidas del coche para todo. Apartar en la calle es imposible. Ellos tienen un parking que es parking...	4 economía y finanzas		1
14	No pudimos ni dormir, las habitaciones no están insonorizadas y se oye todo el ruido del exterior, tanto de las discotecas como de las obras...muchísimo ruido y el parking imposible en el parking no cabe un co...	30 barcos/viajes y desplazamientos		1
15	Una decoración, ves las fotos de la habitación es su web y te encuentras con otra cosa diferente. Falta. Me cambiaron de habitación después de pasar una noche en una habitación pequeñaísima, pero la que me i...	10 barcos/viajes y desplazamientos		1
16	Excelente hotel, por su personal siempre atento y ayudando y en todos los servicios, recepción, limpieza y en los desayunos, y su ubicación, en el centro de León, a 5 minutos de todo. Pedimos una habitación c...	30 barcos/viajes y desplazamientos		1
17	Gracias NH Collection León, por mitigar esta interminable situación pandémica recuperando este tipo de detalles de bienvenida. Y muchas gracias a César, un gran profesional en el área de recepción ya que sin...	11 ocio, estilo de vida y tiempo libre		1
18	Mi primera visita ha sido altamente gratificante e es recomendable visitar este hotel ya que está a dos minutos de la Catedral y en el mismo Barrio medieval, me ha sorprendido la atención que prestan en la habi...	2 ocio y cultura		1
19	Muy buen problema con la calefacción ya que no estaba puesta al principio diciendo que no estaba previsto ponerla hasta noviembre cuando en León hacía un día frío que exigía dos veces hasta que la pus. No categorías found...	10 barcos/viajes y desplazamientos		1
20	Fuimos un grupo de 20 personas a conocer Zamora, Chaves y León. En las tres localidades escogimos NH por su buena calidad. Queríamos disfrutar la española ancestral por parte del personal de conserje y desayun...	10 barcos/viajes y desplazamientos		1
21	Un hotel más que acogedor. Moderno, funcional, limpio y excelentemente situado en plaza Plaza Mayor de León. Sin duda un lugar donde alojarse de lujo en León, cerca de todo el centro de la ciudad. Hay que...	30 barcos/viajes y desplazamientos		1
22	Personal muy amable. Inmejorable ubicación. Ideal para conocer el centro de León. Lo único malo del parking aunque no pertenece al hotel una verdadera molestia salir sin recoger el coche. Se vuelve a León...	30 barcos/viajes y desplazamientos		1
23	Muy buena situación para el ocio y gastronomía y para cualquier negocio o negocio que quieras disfrutar de un hotel de general excellent, si caso para conocer la inversión realizada, en mi caso de viaje de oc...	11 ocio, estilo de vida y tiempo libre		1
24	Pasamos un fin de semana con nuestra familia y no pudo ser mejor. León es un sitio increíble para disfrutar de buenas terrazas y restaurantes. El hotel no puede estar mejor situado, el trato fue buenisimo...	11 ocio, estilo de vida y tiempo libre		1
25	Muy buena ubicación, trato excepcional, habitación amplia. Tratamiento recomendable, sin duda un lugar para repetir en próximas ocasiones. No categorías found...	10 barcos/viajes y desplazamientos		1
26	Hemos estado solo 2 noches pero la estancia nos ha parecido estupenda. Nuestra habitación, no daba a la Plaza Mayor y no se oían las voces de la calle. La habitación era amplia, el amarrón con perchas y todo...	30 barcos/viajes y desplazamientos		1
27	Integrado en el barrio humilde y céntrico de la plaza del grano que es precioso, y de la calle ancha, a sea muy céntrico, en la parte más bonita de la ciudad de León, y por supuesto cerca de su impresionante Ca...	11 ocio, estilo de vida y tiempo libre		1
28	Ubicación perfecta tanto en la Plaza Mayor. Habitaciones superiores, restaurantes y aunque no tiene parking propio, hay uno justo al lado. Muy cerca de la Catedral y a un paso de todo. Totalmente recomendable...	1 ocio y cultura		1
29	La ubicación del hotel es excelente, a un paso de los puntos más importantes de la ciudad. Las instalaciones y mobiliario son actuales, cama y almohadas muy cómodas. El desayuno variado y abundante y el pe...	30 barcos/viajes y desplazamientos		1
30	Ubicación privilegiada en la Plaza Mayor, elegimos una habitación premium con baño y vistas. La habitación tenía un buen tamaño (porque no se correspondía con la foto de la web), con una división en 5 en...	10 barcos/viajes y desplazamientos		1
31	Gran hotel para disfrutar del centro de la ciudad. Desayuno buffet servido muy bien atendido, con gran variedad y buena organización respecto a medidas de seguridad Covid. La opción de parking en la Plaza M...	30 barcos/viajes y desplazamientos		1
32	La ubicación es perfecta por el haber tan poco personal el desayuno fue despreciable. Sin hablar tampoco de recepción que creo que son revalorar como crema, pasta de dientes... servidos por el precio que...	4 economía y finanzas		1
33	Muy buena ubicación, en todo el centro. Se acorda muy bien. Granjeo de León a 150€ el día. Faltó información, se open los ruidos de la Plaza Mayor. La habitación cómoda. El trato del personal fue e...	10 barcos/viajes y desplazamientos		1
34	Disfrutamos de dos noches en este hotel y, sin duda, volvería y lo recomendaría. Destaco la ubicación extraordinaria, la comodidad de la habitación, la amabilidad del personal y el apetitoso desayuno. Total te...	8 asuntos sociales		1

Fuente: Elaboración propia

El análisis llevado a cabo es de sentimiento y ha sido realizado por los alumnos sobre las reseñas descargadas para conocer los temas más nombrados por los turistas, junto a su polaridad, es decir, si son temas que se mencionan en un contexto positivo o negativo.

Este análisis permite diferentes clasificaciones de reseñas y de palabras concretas como:

- Clasificación de la reseña en positiva, muy positiva, neutral, negativa o muy negativa.
- Clasificación de palabras concretas dentro de cada reseña en positiva, muy positiva, neutral, negativa o muy negativa.
- Clasificación de la reseña en diferentes temáticas.
- Clasificación de la reseña en objetiva o subjetiva.
- Clasificación de la reseña en acuerdo o desacuerdo.

FIGURA 6. Análisis de sentimiento mediante IA de las reseñas descargadas.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	La ubicación en plena Plaza Mayor	AGREEMENT	SUBJECTIVE	98	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	0.6665805	Home&Garden	Hogar y jardín						
2	Este es mi hotel cuando voy a León	AGREEMENT	SUBJECTIVE	100	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	0.6665805	Travel&Travel/Type	Viajes/Tipos de viaje	1	1				
3	Trata muy amable por todo...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	96	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	0.62980796	Food&Drink	Alimentos y bebidas	1	1				
4	Tras indicar que queríamos...	DISAGREEMENT	SUBJECTIVE	86	NONIRONIC	11	socio, estilo de vida y tiempo libre	1	0.8775346	Home&Garden	Hogar y jardín	1	4				
5	Excelente ubicación. Muy...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	98	NONIRONIC	11	socio, estilo de vida y tiempo libre	1	0.8775346	Home&Garden	Hogar y jardín	1	2				
6	Excelencia climatología y servicios...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	98	NONIRONIC	11	socio, estilo de vida y tiempo libre	1	0.8896473	Events&Activities/Events and attractions	Eventos y atracciones	1	1				
7	Disfrutamos de un fin de semana...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	97	NONIRONIC	8	asuntos sociales	1	1	Travel	Viajes	1	1				
8	El hotel goza de una situación...	DISAGREEMENT	SUBJECTIVE	94	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	1	Home&Garden	Hogar y jardín	1	2				
9	Hotel muy tranquilo, muy bonito...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	98	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	1	Events&Activities/Events and attractions/Bares and rest	Bares y restaurantes	1	1				
10	Hotel situado en pleno centro...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	100	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	1	No categories found		1	2				
11	Excelente ubicación y servicio...	DISAGREEMENT	SUBJECTIVE	94	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	0.8839753	No categories found							
12	Excepcional situación, a pesar...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	88	IRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	1	Musics&Audio	Música y audio	1	1				
13	Muy buen hotel. El personal...	DISAGREEMENT	SUBJECTIVE	92	NONIRONIC	4	economía y finanzas	1	1	Travel&Travel/Type	Hogar y jardín	1	2				
14	No pedimos ni dinero, nos...	AGREEMENT	OBJECTIVE	100	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	0.7624682	Automotive	Automoción	1	1				
15	Una decepción, nos las fotos...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	92	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	0.8587251	Home&Garden	Hogar y jardín	1	3				
16	Excelente hotel, por su posición...	DISAGREEMENT	SUBJECTIVE	94	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	0.7892816	Food&Drink	Alimentos y bebidas	1	1				
17	Gracias NH Collection León P...	AGREEMENT	OBJECTIVE	97	NONIRONIC	11	socio, estilo de vida y tiempo libre	1	0.3404786	No categories found							
18	Mi primera visita ha sido de...	DISAGREEMENT	SUBJECTIVE	100	NONIRONIC	1	arte y cultura	1	0.8008678	Home&Garden	Hogar y jardín	1	1				
19	Hubo un problema con la reser...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	100	NONIRONIC	No categories found			No categories found								
20	Fuimos un grupo de 20 perso...	DISAGREEMENT	SUBJECTIVE	92	NONIRONIC	No categories found			Food&Drink	Alimentos y bebidas	1	1					
21	Un hotel muy que encantador...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	98	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	0.6765158	No categories found							
22	Personal muy amable, limpie...	DISAGREEMENT	SUBJECTIVE	86	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	0.78176347	Automotive	Automoción	1	1				
23	Al muy buena situación para...	DISAGREEMENT	SUBJECTIVE	92	NONIRONIC	11	socio, estilo de vida y tiempo libre	1	1	Food&Drink	Alimentos y bebidas	1	1				
24	Pequeño en fin de semana, NEU...	DISAGREEMENT	SUBJECTIVE	86	NONIRONIC	11	socio, estilo de vida y tiempo libre	1	0.51122662	Events&Activities/Events and attractions/Bares and rest	Bares y restaurantes	1	1				
25	Muy buena ubicación, trato p...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	98	NONIRONIC	No categories found			Home&Garden	Hogar y jardín	1	1					
26	Hechos estado solo a través...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	96	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	0.5672919	Home&Garden	Hogar y jardín	1	3				
27	Integrado en el barrio históri...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	98	NONIRONIC	11	socio, estilo de vida y tiempo libre	1	0.6612879	Events&Activities/Events and attractions/Bares and rest	Bares y restaurantes	1	2				
28	Ubicación perfecta justo en e...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	98	NONIRONIC	1	arte y cultura	1	0.5484502	Home&Garden	Hogar y jardín	1	1				
29	La ubicación del hotel es de...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	96	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	0.73760873	Home&Garden	Hogar y jardín	1	3				
30	Ubicación privilegiada en pl...	DISAGREEMENT	SUBJECTIVE	91	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	0.34126347	Home&Garden/Events and attractions/Electrodomesticos	Hogar y jardín/Electrodomésticos	1	2				
31	Gran hotel para disfrutar de...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	98	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	1	Travel	Viajes	1	1				
32	La ubicación es perfecta pa...	DISAGREEMENT	SUBJECTIVE	94	NONIRONIC	4	economía y finanzas	1	0.90523064	Food&Drink	Alimentos y bebidas	1	1				
33	Al muy buena ubicación, en pl...	DISAGREEMENT	SUBJECTIVE	92	NONIRONIC	10	turismo, viajes y desplazamientos	1	0.7573117	Home&Garden	Hogar y jardín	1	1				
34	Disfrutamos de dos noches p...	AGREEMENT	SUBJECTIVE	98	NONIRONIC	8	asuntos sociales	1	0.7884654	Food&Drink	Alimentos y bebidas	1	1				

Fuente: Elaboración propia

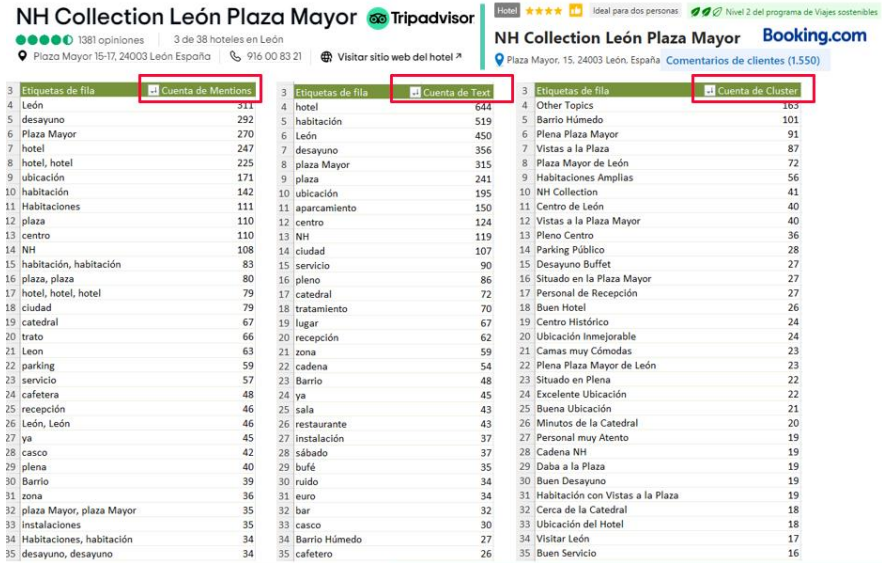
La fase final de esta actividad docente implica que los alumnos, a partir de la extracción de variables e información mediante IA, sean capaces de tomar decisiones.

Para ello deben crear diferentes tablas dinámicas y gráficos en Excel, que les permitan entender la información obtenida tras los análisis. Los alumnos deben ser capaces de distinguir cuál es la información relevante que se debe agrupar en una tabla dinámica para poder tomar una decisión estratégica como hotel, y deben saber utilizar los diferentes filtros dinámicos en Excel, así como las diferentes formas de agregación de la información, como la suma, la cuenta o el promedio.

Además, debe mostrar esa información relevante en diferentes tipos de gráficos que se puedan interpretar a simple vista, de una forma no compleja, como los gráficos evolutivos de barras, los mapas de calor, tablas de porcentajes, gráficos de sectores o de líneas.

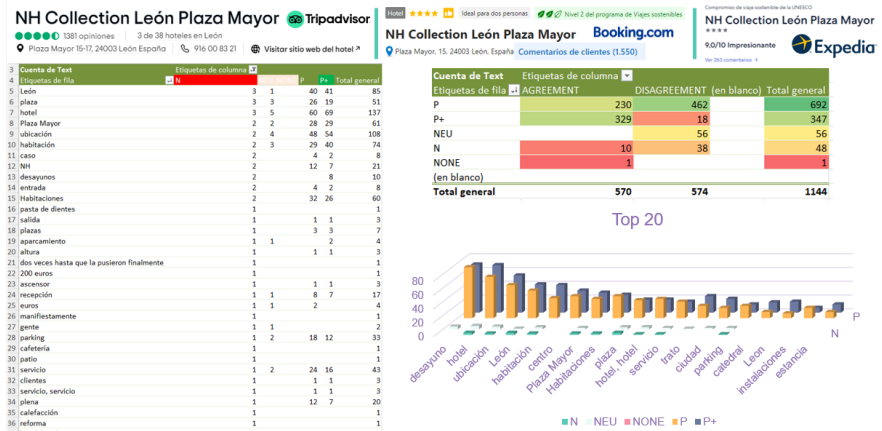
Por último, una vez han diseñado los gráficos resumen, los alumnos deben elaborar un informe con posibles mejoras de comunicación del hotel analizado, planteando decisiones estratégicas que debería tomar dicho hotel para mejorar su política de comunicación en una red como TripAdvisor.

FIGURA 7. Aplicación de tablas dinámicas de Excel a las reseñas descargadas.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 8. Aplicación de gráficos dinámicos y mapas de calor a las reseñas descargadas.



Fuente: Elaboración propia

## 5. RESULTADOS ALCANZADOS

Al finalizar con éxito esta actividad, los estudiantes han sido capaces de obtener diferentes resultados de aprendizaje como:

- Obtener una idea básica de la técnica de *web scraping*.
- Descargar información digital de forma automática.
- Instalar un *software* específico de *web scraping*.
- Limpiar una base de datos con una herramienta de uso extendido como es Excel.
- Aplicar las funciones más avanzadas de Excel como son las Macros y la función BuscarV ().
- Instalar una extensión de Excel que permite analizar información con IA.
- Aplicar técnicas de IA a una investigación de mercados.
- Extraer KPI's para la toma de decisiones a partir de grandes cantidades de información.

Así mismo, los estudiantes han desarrollado diferentes capacidades relacionadas con los resultados como:

- Conocer el sector profesional de la investigación de mercados.
- Utilizar la investigación de mercados en decisiones de marketing.
- Conocer nuevos avances en investigación de mercados.

Al finalizar esta actividad de aprendizaje, los estudiantes han trabajado diferentes competencias relacionadas con la investigación de mercados, como son:

- Relacionarse con la profesión de la investigación de mercados.
- Realizar investigaciones y análisis de mercados.

- Desenvolverse en situaciones complejas dentro de su campo de estudio.
- Reunir e interpretar datos relevantes, emitiendo juicios razonados apoyándose en dichos datos.
- Destreza para la búsqueda y análisis de información.
- Desarrollar creatividad, innovación y espíritu emprendedor.

Estos resultados se han medido a través de una rúbrica de evaluación:

**TABLA 3.** Rúbrica de evaluación de la innovación docente.

Tareas entregadas	Muy bien	Bien	Regular	Mal
Excel descargado	1	0,5	0,25	0
Macro de extracción de URLs	1	0,5	0,25	0
Limpieza de la BBDD	0,5	0,25	0,25	0
Análisis de la polaridad	0,5	0,25	0,1	0
Análisis de los clusters	0,5	0,25	0,1	0
Análisis de los topics	0,5	0,25	0,1	0
Análisis de las categorías	0,5	0,25	0,1	0
Tabla dinámica con categorías y polaridad	1,5	0,75	0,3	0
Tabla dinámica con polaridad	1,5	0,75	0,3	0
Tabla dinámica con polaridad y topics	1,5	0,75	0,3	0
Informe detallado	1	0,5	0,25	0

Fuente: Elaboración propia

## 6. DISCUSIÓN

Vivimos en una sociedad en la que el *big data* y la inteligencia artificial han impactado en nuestros quehaceres cotidianos y la forma de desarrollar nuestra vida profesional. Esta repercusión ha sido enorme en diferentes ámbitos, incluido el del marketing y la investigación de mercados y, por ello, hemos considerado que la formación previa de nuestros

alumnos en disciplinas como el *web scraping*, la inteligencia artificial y el *big data* es de vital importancia para su futuro profesional.

Estas herramientas permiten, entre otros aspectos: segmentar perfiles, detectar patrones y mejorar la visualización de grandes cantidades de datos y, lo hacen, además, de una forma muy sencilla e intuitiva; tanto, que incluso se puede llegar a perder el foco y confiar en exceso en las mismas. Por ello, esta innovación docente se orienta hacia la enseñanza de estas herramientas desde una perspectiva complementaria a las herramientas tradicionales, a través de las cuales los expertos en marketing pueden apoyarse.

Uno de los fines de esta innovación ha sido mostrar a los estudiantes cómo dichas herramientas facilitan y mejoran su trabajo, sin embargo, ellos siguen siendo el punto central, por lo que deberán aportar un valor diferencial en su vida laboral gracias a una serie de conocimientos y capacidades que adquirirán en su etapa universitaria y que les permitirá tomar decisiones estratégicas.

La clave principal para comenzar con la implementación de herramientas de *web scraping* y de análisis de contenido en el aula desde cero es hacer un seguimiento en clase de las herramientas y tareas, ajustando el nivel de conocimiento de todos los alumnos. En esta casuística concreta, los alumnos parten del nivel cero en técnicas de *web scraping* e inteligencia artificial. A lo largo de los diferentes cursos del Grado, se les han mencionado estas metodologías, pero nunca han implementado este tipo de herramientas en sus trabajos hasta el momento de desarrollo de esta actividad.

Aunque el nivel de conocimientos sobre estas herramientas es homogéneo, no ocurre lo mismo con el nivel de conocimiento de herramientas informáticas y de cálculo mental. Por ello, para conseguir homologar la diversidad de conocimiento y de habilidades de los estudiantes, se ha optado por el uso de aplicaciones *user-friendly* o usables para los alumnos. Este tipo de herramientas permiten hacer un análisis lo suficientemente rico en contenido y con una curva de aprendizaje nada inclinada. No todos los alumnos parten de la misma base, sin embargo, son sencillas de implementar ya que se trata de herramientas muy intuitivas.

También es importante destacar la relación que tienen los alumnos con las nuevas tecnologías. Aunque normalmente pasan la mayor parte de su tiempo delante de un móvil u ordenador, muchas veces se bloquean y desarrollan miedos sobre tecnologías y *softwares* más complejos como Excel o el lenguaje *Python*. Siendo conocedores de esta situación, las herramientas de *web scraping* e inteligencia artificial implementadas en el aula han sido usables y fáciles de manejar. Para la descarga de datos a través de la técnica de *web scraping* se ha utilizado la herramienta Octoparse, que cuenta con una versión totalmente gratuita, y que permite la descarga de datos de Tripadvisor, Booking, Google, Amazon, Carrefour, etc.

Otro aspecto destacable de esta actividad de innovación es la grabación de diez videos en los que se ha mostrado el desarrollo completo de la práctica implementando la metodología *flipped classroom*. Esta metodología tiene tres beneficios principales: permite a los alumnos conocer previamente qué se desarrollará en el aula, despertando interés por estas herramientas y su funcionalidad; permite además a los alumnos que por diversos motivos no pueden acudir al aula, visualizar los contenidos que se han desarrollado en clase y poder trabajar en horario no lectivo en la tarea planteada; y por último, permite a todos los alumnos disponer de la explicación de estas herramientas en cualquier momento, tanto antes como después de la actividad.

Además, esta práctica ha permitido diversas ventajas en el proceso de aprendizaje de los alumnos como la adquisición de conocimientos tecnológicos, el desarrollo de habilidades digitales, la conexión real entre contenidos teóricos y prácticos y, la interpretación de resultados y análisis de información. Para ello, ha sido necesario realizar una reflexión previa sobre en qué nivel se podría aplicar esta innovación docente. Se escogieron alumnos de tercero y cuarto de Grado, de tal forma que la mayoría de la clase tuviera conocimientos suficientes sobre marketing e investigación de mercados para plantear una investigación, obtener los datos y saber interpretar los resultados. Al ser alumnos de cursos avanzados, ya disponían de conocimientos suficientes para realizar aportaciones críticas y bien justificadas en la toma de decisiones sobre marketing. Este aspecto es muy importante en el ámbito económico y de



empresa, ya que el *web scraping* es simplemente una herramienta más de obtención de datos, como puede ser una encuesta, pero esos datos deben ser tratados y interpretados de tal forma que permitan tomar decisiones, por ello, esta metodología podría ser implementada en cualquier otra asignatura en la que los alumnos deban tomar decisiones tanto operativas como estratégicas.

Los principales problemas a los que nos hemos enfrentado para poder llevar a cabo esta innovación docente vinculada a la investigación de mercados que implican el uso de ordenadores portátiles por parte de los alumnos es que de forma previa a la actividad, los alumnos deben preparar en sus ordenadores diversas aplicaciones como Excel y sus macros, o el programa de *web scraping* Octoparse. Este proceso se ve ralentizado por las diferentes características técnicas de algunos ordenadores personales de los alumnos.

Además, otra limitación es el nivel de conocimientos y habilidades de Excel de algunos alumnos, ya que la carga de manejo de datos en hojas de cálculo es bastante alta en esta innovación docente, por ello, es necesario partir de un conocimiento homogéneo sobre estas herramientas.

## 7. CONCLUSIONES

El proceso de innovación docente es un tema de gran interés que se ve impulsado por los avances tecnológicos. La economía digital es un nuevo impulsor del valor económico y, los datos se están convirtiendo en una nueva clase de activos, por ello es necesario que los graduados tengan habilidades flexibles como resolución de problemas, alfabetización digital y numérica, pensamiento crítico y trabajo en equipo (European-Commission, 2019, 2021).

La aplicación de esta innovación docente con base en la implementación práctica de las nuevas TICs, sirve para apoyar a más de 300 alumnos en el aprendizaje de las fases de una investigación de mercados real. Para ello se ha dividido la actividad en cuatro fases que abarcan el conocimiento de la técnica, la descarga de datos, la limpieza y la transformación, en información de valor para la toma de decisiones.

La implementación de esta actividad formativa ha permitido constatar cómo los alumnos acogen de forma excepcional las actividades vinculadas a las nuevas tecnologías, lo que les posibilita un aprendizaje cualitativa y cuantitativamente mejor sobre los nuevos avances continuos que se están experimentando en la investigación de mercados. Además, los alumnos desarrollan un sentimiento de orgullo, dado que demuestran sus habilidades y capacidades en una investigación de mercados real, sintiéndose útiles.

### 7.1. VALORACIÓN DE LOS ALUMNOS

A continuación se recogen algunos de los comentarios realizados por los alumnos, en relación a esta actividad:

“Da gusto ir a tus clases porque sé que nos vas a enseñar cosas que realmente nos sirven en el futuro laboral”;

“Te enseña muchas más cosas, ya que hacemos diferentes prácticas y con conocimientos que nos exigen en empresas, son muy diversas y muy relacionadas con marketing, lo que nos ayuda a conocer a lo que nos vamos a dedicar el día de mañana, además de conseguir experiencia con herramientas y en diferentes ámbitos”;

“Nos ha enseñado muchas cosas interesantes, para el futuro laboral”;  
“Los trabajos propuestos han sido muy útiles”;

“Nos ha dado todas las herramientas necesarias para ser competentes en nuestro futuro laboral, nos enseña herramientas que son el futuro de nuestra carrera”;

“Todo sobre el big data, marketing digital y las redes sociales fue también muy interesante, al ser cosas que nosotros los jóvenes tenemos presente y vivimos cada día, por lo que creo que despierta mucho más nuestro interés y curiosidad”

## 8. AGRADECIMIENTOS

Por último, no quisiéramos terminar este capítulo de libro sin agradecer a todas las personas e instituciones que han apoyado esta iniciativa innovadora.

En primer lugar, nos gustaría agradecer a la Universidad de León y concretamente a la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales su

apuesta constante por la mejora continua en la educación de nuestros alumnos, concretamente a través del Plan de Apoyo a la Innovación Docente.

En segundo lugar, nos gustaría agradecer al apoyo del Grupo de Innovación Docente de la Universidad de León, *MKTing Teaching Innovation*, porque gracias a sus ideas, esta innovación educativa se ha convertido en una realidad.

En tercer lugar, agradecer al congreso CIINECO, por la oportunidad de compartir y divulgar mejoras de innovación docente en los estudios universitarios; intercambiar reflexiones y aportaciones con otros profesores e investigadores y contribuir en la transferencia de conocimientos y experiencias.

Por último, pero no menos importante, nos gustaría agradecer a todos los alumnos que han participado en este reto educativo y que han permitido la puesta en práctica de esta idea innovadora.

## 9. REFERENCIAS

- Blanco-Moreno, S., González-Fernández, A. M., & Muñoz-Gallego, P. A. (2023). Big data in tourism marketing: past research and future opportunities. *Spanish Journal of Marketing - ESIC*. <https://doi.org/10.1108/SJME-06-2022-0134>
- Chintalapati, S., & Pandey, S. K. (2022). Artificial intelligence in marketing: A systematic literature review. *International Journal of Market Research*, 64(1), 38–68. <https://doi.org/10.1177/14707853211018428>
- European-Commission. (2019). Configurar el futuro digital de Europa. [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europe-digital-future\\_es](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europe-digital-future_es)
- European-Commission. (2021). Programa Europa Digital. [https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/digital-europe-programme\\_es](https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/digital-europe-programme_es)
- WEF. (2021). A New Paradigm for Business of Data. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_New\\_Paradigm\\_for\\_Business\\_of\\_Data\\_Report\\_2020.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Paradigm_for_Business_of_Data_Report_2020.pdf)

## LA INNOVACIÓN DOCENTE EN LOS DOBLES GRADOS: UN ESTUDIO PARA DERECHO Y ADE

---

JORGE GALLUD CANO

*Universidad de Valladolid*

FÉLIX J. LÓPEZ ITURRIAGA

*Universidad de Valladolid*

PEDRO PABLO ORTÚÑEZ GOICOLEA

*Universidad de Valladolid*

### 1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo pretende dar a conocer algunas de las conclusiones extraídas a partir del trabajo realizado a lo largo del curso 2022-2023 con alumnos de los seis cursos de que constan los estudios propios de la universidad de Valladolid, que conducen a la obtención del doble grado en Derecho y Administración y Dirección de Empresas. La información que se ha obtenido del trabajo realizado durante este curso puede resultar relevante en la toma de decisiones de cara al diseño de la docencia en cursos posteriores, tanto para este doble grado como quizá en otros que guarden cierta similitud.

El presente estudio aborda el tema de la innovación docente en los dobles grados, explorando cómo esta modalidad educativa está promoviendo nuevas estrategias y enfoques en la enseñanza universitaria. Los dobles grados se han convertido en una opción cada vez más popular para los estudiantes que desean adquirir una formación multidisciplinaria y ampliar sus oportunidades laborales. En este sentido, la innovación docente puede desempeñar un papel fundamental en el éxito de los dobles grados, ya que implica la implementación de metodologías, técnicas y recursos que fomenten el aprendizaje activo y significativo de los estudiantes.

En este estudio, se examinan diversas prácticas innovadoras utilizadas por los docentes del doble grado en Derecho y Administración y Dirección de Empresas de la Universidad de Valladolid. Estos estudios comenzaron en la Universidad de Valladolid en el curso 2002-2003. Se concibieron en su momento como respuesta a una demanda en buena medida social dado que se habían implantado en otras universidades españolas. En el curso 2010-2011, comenzó la primera promoción de acuerdo con los planes actuales. El perfil de los alumnos que han participado en estos estudios se corresponde con alumnos de elevadas calificaciones en su etapa escolar previa dado el límite inicial que puso la universidad de 40 estudiantes para cada promoción; actualmente son 50 y la nota de corte de entrada suele rondar el 10,5. El interés que muestran los estudiantes por su formación es muy alto. Otro aspecto que ha sido muy valorado en estos estudios, tanto por los alumnos como por profesores y mercado laboral, ha sido la fuerte transversalidad de sus competencias y currículo.

La innovación implementada en los métodos docentes durante los últimos años ha sido amplia y variada. Transcurrido ya un período de desarrollo, los autores se proponen analizar la eficacia de estos métodos a través de un trabajo de campo. Después de varias sesiones de intercambio de información y de fructífera discusión entre todos los autores, se llegó al acuerdo de los diferentes apartados, del tipo de cuestiones y de la forma de plantearlas que compondrían la encuesta con la que se deseaba conocer diversos aspectos relacionados tanto con métodos concretos, como con la propia doble titulación, procedimientos de evaluación y otros.

El trabajo presentado consta de cinco apartados, además del introductorio, en que se recogen los objetivos del estudio, se expone la metodología empleada, se analizan y discuten los resultados obtenidos y, por último, se obtienen conclusiones. Siguen unas breves referencias bibliográficas.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo de este estudio es investigar y analizar la innovación docente en los dobles grados universitarios. Se busca comprender cómo la

modalidad de dobles grados promueve nuevas estrategias y enfoques en la enseñanza, así como identificar prácticas innovadoras utilizadas por los docentes en este contexto. El estudio tiene como propósito principal mejorar la calidad de la enseñanza en los dobles grados, mediante la identificación de las prácticas más efectivas y la superación de los desafíos y barreras que los docentes enfrentan al implementar innovaciones. Los hallazgos contribuirán al desarrollo de estrategias y políticas educativas que fomenten la innovación docente en esta modalidad educativa.

El objetivo específico de este trabajo de investigación se centra en el estudio exhaustivo de la percepción de los estudiantes que cursan el doble grado en Derecho y Administración y Dirección de Empresas en la Universidad de Valladolid con respecto a los métodos de innovación docente implementados en su programa académico. Es fundamental tener en cuenta que los métodos de innovación docente pueden variar considerablemente en función de las áreas y materias en las que se aplican, lo que implica que su eficacia debe ser analizada en el contexto específico en el que se desarrollan. Teniendo en cuenta que han transcurrido varios años desde la implantación de estos estudios, resulta sumamente oportuno y relevante evaluar en qué medida se han logrado alcanzar los objetivos planteados inicialmente y cuál ha sido el impacto real de los enfoques innovadores en la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. A través de un análisis minucioso de la percepción estudiantil, se pretende obtener información valiosa y detallada que permita valorar tanto el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos como la eficacia de los métodos de innovación docente en el marco del doble grado en Derecho y Administración y Dirección de Empresas de la Universidad de Valladolid.

### 3. METODOLOGÍA

La metodología empleada en este estudio se basa en el análisis de una encuesta diseñada específicamente. La encuesta fue respondida por un total de 68 estudiantes que representan a los seis cursos del programa de estudios objeto de investigación. La encuesta se estructuró en base a una escala de evaluación que iba desde 0 hasta 3, solicitando a los

participantes que expresaran su grado de conformidad con una serie de afirmaciones cuidadosamente seleccionadas. Estas afirmaciones se distribuyeron en tres grupos temáticos distintos, con el objetivo de abordar diferentes aspectos relacionados con los métodos de innovación docente implementados en el programa de doble grado. Mediante esta metodología, se busca obtener una visión completa y representativa de la opinión de los estudiantes en relación con la efectividad y el impacto de las prácticas innovadoras aplicadas en su proceso de aprendizaje. Los resultados de la encuesta permitirán comprender en profundidad la percepción de los estudiantes sobre los métodos de innovación docente y su grado de conformidad con los mismos.

El primer bloque de preguntas de la encuesta se enfocó en las competencias transversales, y los participantes debían identificar cuáles de estas competencias se desarrollan de manera más efectiva en el contexto de una doble titulación en comparación con la realización de un único grado. Se les proporcionaron diferentes opciones relacionadas con habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la comunicación efectiva, el trabajo en equipo y la adaptabilidad, entre otras. El objetivo de estas preguntas era obtener una perspectiva clara sobre las competencias que los estudiantes perciben como fortalezas particulares de la modalidad de doble titulación, lo que permitiría evaluar la contribución única que esta combinación de disciplinas ofrece en el desarrollo de habilidades transversales y la preparación para el mundo laboral.

En el siguiente apartado de la encuesta, se solicitó a los participantes que evaluaran la utilidad y el atractivo de diferentes métodos docentes utilizados en el programa de doble grado. Se presentaron diversas opciones, como clases magistrales, trabajos y exposiciones en grupo, clases prácticas, sesiones invertidas y aplicación de la gamificación. Esta valoración permitió recopilar información sobre las preferencias y percepciones de los estudiantes con respecto a los métodos de enseñanza utilizados, lo que proporciona una visión más completa sobre la efectividad y el interés de cada enfoque. Estos resultados son fundamentales para comprender cómo los métodos docentes influyen en la experiencia de

aprendizaje de los estudiantes y ayudan a identificar las prácticas más efectivas y atractivas en el contexto de la doble titulación.

En la última sección de la encuesta, se exploraron varios aspectos relacionados con la evaluación continua en comparación con la evaluación basada en una única prueba final. Se indagó sobre la percepción de los estudiantes en cuanto a la efectividad de la evaluación continua para medir su progreso y comprensión de los contenidos, así como su preferencia por este enfoque en comparación con la evaluación basada en un único examen final. Este análisis permitirá obtener información valiosa sobre la valoración de los estudiantes con respecto a estos dos métodos de evaluación y su impacto en su experiencia de aprendizaje en el programa de doble grado.

El cuestionario termina con una breve valoración general de la doble titulación y algunas cuestiones demográficas que permiten agrupar la muestra y extraer conclusiones en el análisis estadístico posterior. Esta valoración general ayudará a obtener una visión más completa y holística de la experiencia de los estudiantes en la doble titulación y proporcionará información adicional que complementará los datos recopilados en las secciones anteriores.

#### 4. RESULTADOS

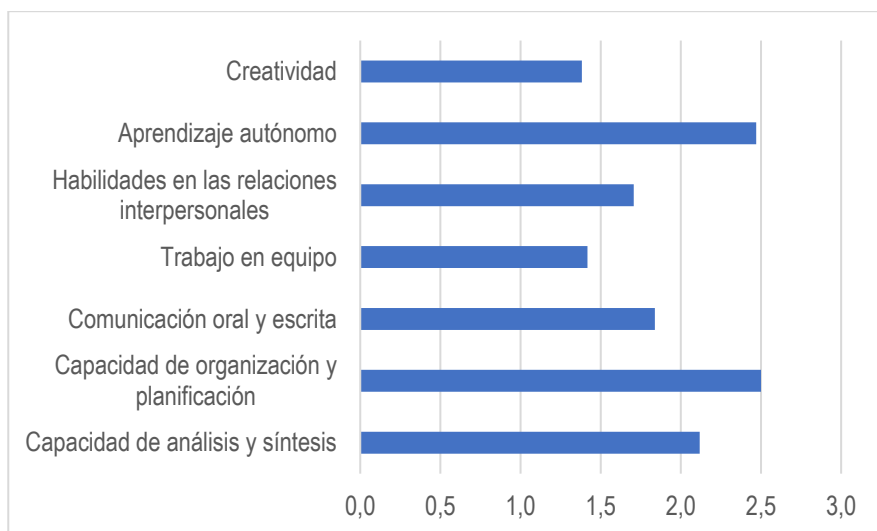
A continuación, se presentan los resultados principales obtenidos a partir del análisis estadístico realizado sobre la base de datos construida con los resultados de la encuesta. Además de los estadísticos descriptivos habituales, se llevó a cabo un análisis utilizando pruebas de diferencia de medias. Los estadísticos descriptivos proporcionan una visión general de las respuestas de los participantes, permitiendo observar la magnitud y la variabilidad de las variables estudiadas en cada uno de los aspectos analizados. Los test de diferencia de medias han servido para examinar las posibles disparidades significativas entre diferentes subgrupos de la muestra (edad, sexo o rama de conocimiento).



#### 4.1. LAS COMPETENCIAS TRANSVERSALES

Al analizar los datos obtenidos sobre las competencias transversales que se desarrollan mejor en la doble titulación en comparación con un único grado, se observan diferencias de interés. La Figura 1 muestra que la capacidad de organización y planificación y el aprendizaje autónomo son las competencias más destacadas, según la percepción de los estudiantes. Sin embargo, otras competencias como la creatividad y el trabajo en equipo no son consideradas tan relevantes o potenciadas durante los estudios universitarios de la doble titulación.

**FIGURA 1.** Valoración de los estudiantes acerca de las competencias transversales mejor desarrolladas gracias al doble grado.



Fuente: Elaboración propia

También se ha observado que los estudiantes que se encuentran en las etapas finales del doble grado valoran más haber adquirido la competencia del aprendizaje autónomo. Estos resultados indican que a medida que avanzan en su formación académica, los estudiantes reconocen y aprecian cada vez más la importancia de ser capaces de organizar y gestionar su propio aprendizaje de manera independiente. Esta competencia puede ser especialmente relevante en un programa de doble grado, donde los estudiantes se enfrentan a una carga académica más exigente y deben

equilibrar las demandas de dos disciplinas diferentes. La capacidad de autogestión y autodirección en el aprendizaje puede brindarles las herramientas necesarias para abordar de manera efectiva los desafíos académicos y lograr un mayor éxito en sus estudios.

Por otro lado, los resultados muestran que las mujeres que cursan el doble grado tienen una percepción más positiva en cuanto al desarrollo de su capacidad de trabajo en equipo en comparación con los hombres. Este hallazgo sugiere que las mujeres experimentan mayores beneficios en términos de colaboración y colaboración efectiva en entornos de trabajo grupal. El fortalecimiento de la capacidad de trabajo en equipo es esencial en el ámbito laboral actual, donde la colaboración y la comunicación efectiva son fundamentales. Al reconocer y valorar la importancia del trabajo en equipo, las mujeres que estudian el doble grado pueden estar mejor preparadas para enfrentar los desafíos del mundo laboral y para colaborar de manera efectiva en proyectos y equipos multidisciplinarios. Este resultado resalta la importancia de fomentar y promover la colaboración y el trabajo en equipo en el ámbito educativo. Los docentes y las instituciones educativas pueden desempeñar un papel clave al diseñar actividades y proyectos que promuevan la interacción y el trabajo colaborativo entre los estudiantes.

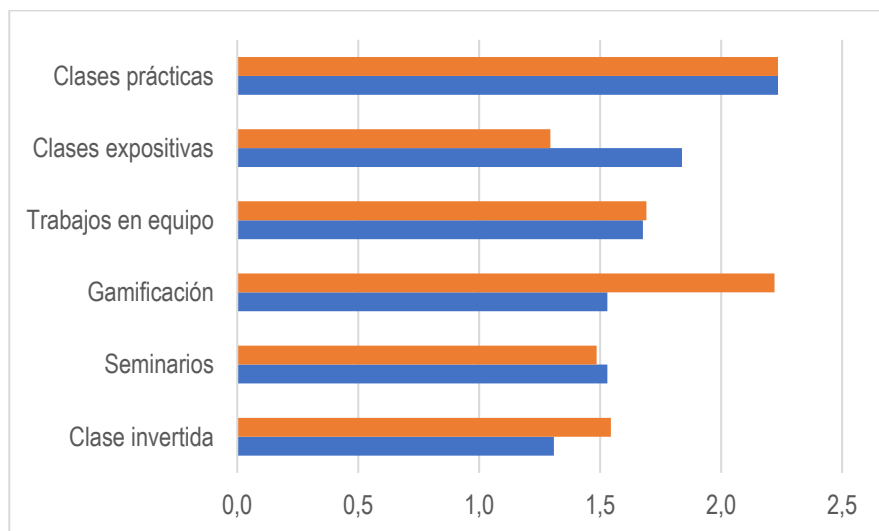
#### 4.2. LA UTILIDAD Y EL ENTRETENIMIENTO DE LOS MÉTODOS DOCENTES

Estudiando las respuestas de los estudiantes respecto a la utilidad y el entretenimiento de las distintas metodologías docentes, se observan diferencias significativas entre ellas, tal como se muestra en la Figura 2. En primer lugar, cabe destacar que las clases expositivas son percibidas como más útiles por los estudiantes, aunque reconocen que pueden resultar menos entretenidas en comparación con otras metodologías. Por el contrario, las sesiones de aula invertida y aquellas que incluyen gamificación son consideradas más atractivas por los estudiantes, pero se perciben como menos útiles en términos de su contribución al aprendizaje. Estas diferencias son estadísticamente significativas, lo que indica que existe una clara preferencia de los estudiantes por estas metodologías más innovadoras en términos de su atractivo, pero reconocen que su

utilidad es limitada en comparación con las clases expositivas más tradicionales.

Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar tanto la utilidad como el atractivo de las metodologías docentes al diseñar programas educativos. Si bien es crucial promover la participación y el interés de los estudiantes mediante enfoques innovadores, también es fundamental garantizar que estas metodologías sean efectivas en el logro de los objetivos de aprendizaje. Esto plantea la necesidad de equilibrar la adopción de nuevas prácticas con enfoques más tradicionales que han demostrado ser efectivos en el desarrollo de habilidades y conocimientos.

**FIGURA 2.** Valoración de los estudiantes acerca de la utilidad (azul) y el entretenimiento (naranja) de los distintos métodos docentes.



Fuente: Elaboración propia.

Es interesante destacar que estas diferencias se mantienen consistentes independientemente de los grupos de edad, el sexo o la rama de conocimiento preferida por los estudiantes. Esto sugiere que la preferencia y la percepción de utilidad de las metodologías docentes no están influenciadas por estos factores demográficos o de especialización académica.

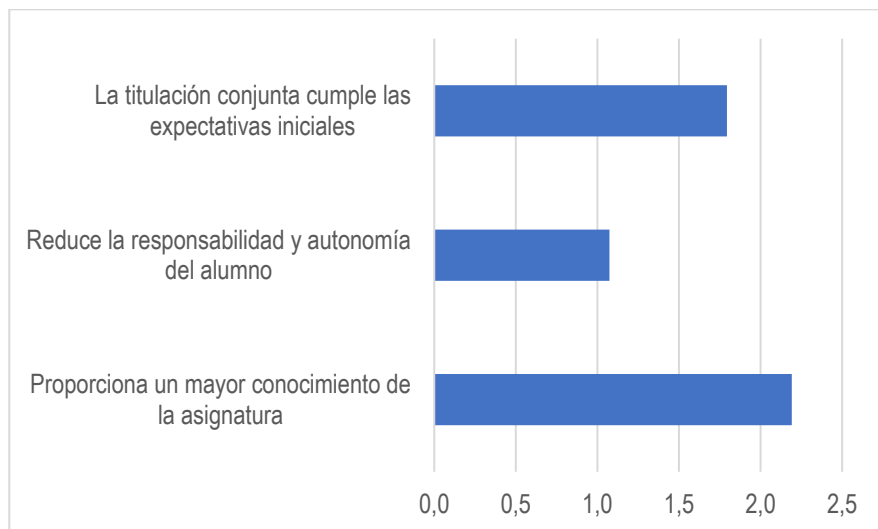
El análisis estadístico realizado por subgrupos de la muestra recoge diferencias en las percepciones acerca de la utilidad de diferentes

metodologías docentes entre los estudiantes más jóvenes y aquellos de los primeros cursos. Específicamente, los estudiantes más jóvenes mostraron una mayor valoración de la utilidad de los seminarios, mientras que consideraron la gamificación como menos útil. Los resultados sugieren que los estudiantes más jóvenes encuentran beneficios en la participación activa, la interacción y el intercambio de ideas que se promueven en los seminarios. Por otro lado, sorprende la menor valoración de la gamificación por parte de este grupo, que estaría relacionada con una preferencia por métodos más tradicionales y estructurados. Además, se ha observado que los estudiantes de los primeros cursos valoraron más la utilidad de las clases expositivas en comparación con otros métodos. Esto puede deberse a que, en los primeros cursos, los estudiantes pueden requerir una base sólida de conocimientos teóricos antes de involucrarse en metodologías más interactivas y aplicadas. Estos resultados resaltan la importancia de considerar las características y necesidades específicas de los estudiantes en el diseño de las estrategias de enseñanza. Los docentes deben tener en cuenta las preferencias y los niveles de experiencia de los estudiantes en diferentes etapas de su formación académica, adaptando las metodologías para fomentar un aprendizaje efectivo.

#### 4.3. LA EVALUACIÓN CONTINUA

Al analizar las respuestas de los estudiantes en relación a la evaluación continua, se observa un resultado destacado, como se muestra en la Figura 3. Los estudiantes expresan que la evaluación continua favorece el proceso de aprendizaje sin comprometer su responsabilidad académica. Esto sugiere que los estudiantes perciben la evaluación continua como una herramienta que les permite estar comprometidos con la asignatura y les proporciona la oportunidad de demostrar sus conocimientos y habilidades a lo largo del período académico. Al evitar una única prueba final al final del curso, el *feedback* que reciben a través de la evaluación continua puede permitirles abordar las mejoras oportunas. Asimismo, al mantener un seguimiento regular del rendimiento de los estudiantes, los docentes pueden identificar y afrontar de manera más efectiva las necesidades individuales de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje más significativo y una mayor motivación.

**FIGURA 3.** Valoración de los estudiantes acerca de la evaluación continua en el doble grado



Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes de los primeros cursos expresan que la evaluación continua implica menos esfuerzo en comparación con una única prueba final. Este resultado sugiere que los estudiantes perciben la evaluación continua como una metodología menos intensiva y más manejable en términos de carga de trabajo. Esta percepción puede estar relacionada con el hecho de que los estudiantes de los primeros cursos aún están adaptándose al ritmo y las exigencias del programa de doble grado. Por otro lado, los estudiantes de los últimos cursos reflejan que la evaluación continua proporciona un mayor conocimiento de la asignatura. Este resultado sugiere que a medida que los estudiantes avanzan en su formación, reconocen los beneficios de una evaluación continua en términos de profundizar en los contenidos y tener una comprensión más sólida de la materia. Estas diferencias entre los primeros y los últimos cursos resaltan la importancia de considerar el contexto académico y la experiencia de los estudiantes al implementar estrategias de evaluación continua.

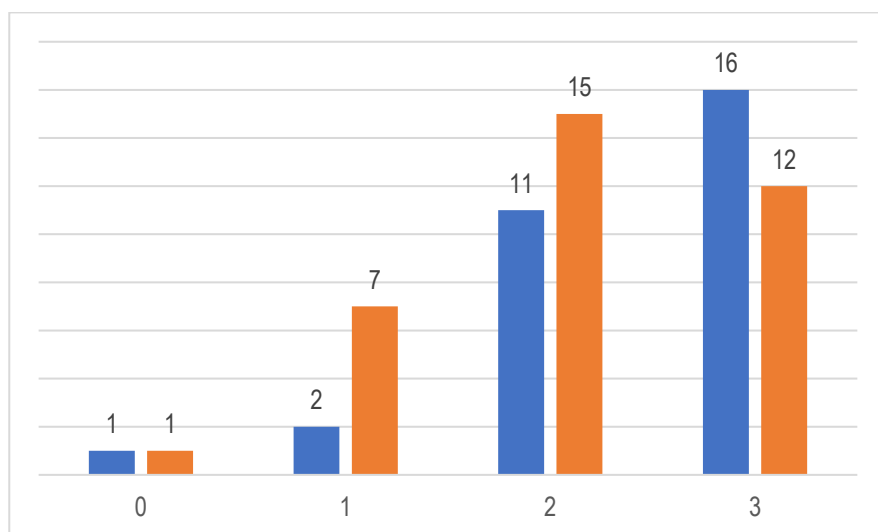
#### 4.4. OTROS RESULTADOS

Los resultados también muestran que los estudiantes de mayor edad tienen una percepción menos positiva en cuanto al cumplimiento de sus expectativas iniciales con el doble grado. Esta observación sugiere que los estudiantes más mayores pueden experimentar cierta discrepancia entre lo que esperaban obtener de la doble titulación y la realidad que experimentan durante su desarrollo académico. Es importante tener en cuenta que las expectativas individuales pueden variar ampliamente y están influenciadas por diversos factores, como la experiencia previa, las metas personales y las aspiraciones profesionales. Los estudiantes de mayor edad pueden tener expectativas más específicas y definidas en relación a su formación académica, lo cual puede influir en su percepción del grado de cumplimiento de dichas expectativas. Una comunicación más clara sobre los objetivos y beneficios de la doble titulación puede ser oportuna, así como la identificación de oportunidades adicionales que puedan satisfacer las expectativas de estos estudiantes.

Por otro lado, se observa una diferencia significativa entre los estudiantes que se identifican más con la rama económica y aquellos que optan por Derecho en cuanto a sus preferencias docentes. Los estudiantes que tienen una afinidad hacia la Economía muestran una mayor inclinación hacia las clases prácticas, mientras que aquellos que se inclinan hacia el Derecho tienen preferencia por un enfoque más teórico. Esta disparidad en las preferencias puede deberse a las características propias de cada disciplina y las habilidades requeridas en cada campo profesional. Los estudiantes con un interés en la rama económica pueden valorar las clases prácticas como una oportunidad para aplicar los conceptos y teorías aprendidas en un contexto real o empresarial. Por otro lado, los estudiantes interesados en el ámbito legal pueden apreciar un enfoque teórico que les permita comprender en profundidad los fundamentos legales y desarrollar habilidades analíticas y de argumentación. Es importante tener en cuenta que estas preferencias pueden estar influenciadas por las aspiraciones profesionales y las expectativas de los estudiantes en relación a sus futuras carreras. Es esencial que los docentes y el programa académico consideren estas preferencias y busquen equilibrar las

experiencias de aprendizaje, ofreciendo oportunidades tanto prácticas como teóricas para satisfacer las necesidades de ambos grupos de estudiantes.

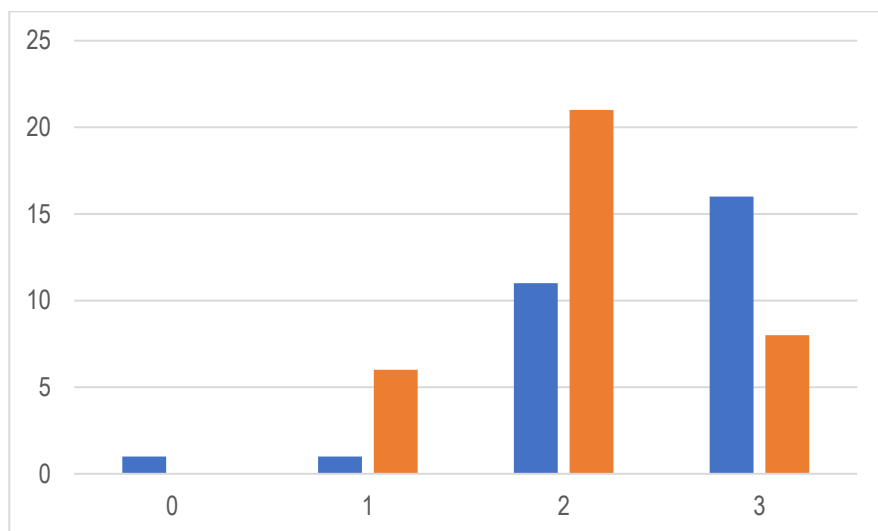
**FIGURA 4.** Valoración de los estudiantes acerca de la utilidad de las clases prácticas. En azul se recogen las respuestas de los que optan por Economía y en naranja las de los que optan por Derecho.



Fuente: Elaboración propia.

En línea con lo anterior, los estudiantes que se identifican más con la Economía tienen una percepción más positiva en cuanto a la utilidad de las clases prácticas y las sesiones que incluyen gamificación. La Figura 4 representa estos resultados y confirma esta tendencia. Las clases prácticas les permiten desarrollar habilidades específicas relacionadas con su campo de estudio y les brindan la oportunidad de enfrentarse a situaciones y desafíos reales que pueden encontrar en el ejercicio de su profesión. Por otro lado, es importante recoger que estos resultados no descartan la importancia de las clases teóricas en la formación de los estudiantes. Si bien los estudiantes con una inclinación hacia la rama económica ven más útiles las clases prácticas y las sesiones de gamificación, esto no significa que las clases teóricas carezcan de valor.

**FIGURA 5.** Valoración de los estudiantes acerca del entretenimiento de las clases prácticas. En azul se recogen las respuestas de los que optan por Economía y en naranja las de los que optan por Derecho.



Fuente: Elaboración propia

En este sentido, con respecto al entretenimiento de los distintos métodos docentes, los estudiantes que optan por la rama de Economía muestran una mayor percepción de entretenimiento para las clases prácticas, como muestra la Figura 5. Este resultado aplica también para los seminarios, la gamificación y el enfoque de aula invertida, confirmando su interés en la aplicación práctica de los conceptos económicos y su participación activa en el proceso de aprendizaje. Las clases prácticas les brindan la oportunidad de enfrentar desafíos reales, mientras que los seminarios fomentan la discusión y el intercambio de ideas. La gamificación y el aula invertida, por su parte, ofrecen un enfoque más interactivo y dinámico, lo que puede resultar más atractivo y estimulante para los estudiantes de Economía.

## 5. DISCUSIÓN

A partir de los resultados principales cabe señalar que, de la valoración de los estudiantes hacia el doble grado, destaca principalmente su contribución en el desarrollo de la capacidad de organización y el



aprendizaje autónomo. Esto refuerza la idea de que este tipo de programa académico proporciona a los estudiantes las habilidades necesarias para gestionar eficientemente su tiempo, recursos y tareas, además de fomentar su autonomía y capacidad de autorregulación en el proceso de aprendizaje.

En cuanto a los métodos de enseñanza, los resultados revelan que, a pesar de que las clases expositivas pueden ser percibidas como menos entretenidas, son consideradas de mayor utilidad por los estudiantes en comparación con las innovaciones docentes como la gamificación y la clase invertida. Aunque los estudiantes manifiestan su gusto por estas últimas metodologías, consideran que su utilidad es limitada. Estas preferencias se mantienen constantes independientemente de la edad o el sexo de los estudiantes, lo que sugiere una tendencia generalizada.

Los estudiantes resaltan que la evaluación continua beneficia su aprendizaje sin que esto implique una disminución de su responsabilidad. Este resultado indica que la evaluación formativa y constante, que proporciona retroalimentación oportuna, les permite realizar ajustes y mejoras en su proceso de aprendizaje sin que se vea comprometida su responsabilidad académica. Este enfoque promueve un aprendizaje más significativo y un mayor compromiso por parte de los estudiantes.

Por último, la preferencia de los estudiantes hacia clases prácticas o enfoques teóricos difiere según su inclinación hacia la rama económica o el Derecho. Aquellos que se identifican más con la Economía muestran una mayor inclinación hacia las clases prácticas, mientras que los que optan por Derecho prefieren un enfoque teórico. Estos resultados sugieren la importancia de adaptar los métodos de enseñanza a las características y preferencias específicas de cada disciplina, con el objetivo de optimizar el proceso de aprendizaje y el desarrollo de habilidades relevantes para cada campo de estudio.

## 6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio brindan a los docentes una comprensión más precisa y detallada de la realidad y las necesidades de los estudiantes. Estos hallazgos sugieren que la implementación de

innovaciones docentes debe llevarse a cabo con cautela y consideración, teniendo en cuenta las preferencias y percepciones de los alumnos. Si bien es importante promover enfoques innovadores, los resultados también resaltan la importancia de mantener la vigencia de métodos más tradicionales en la enseñanza a lo largo de todos los cursos de la titulación.

Estos resultados subrayan la necesidad de adoptar un enfoque equilibrado y flexible en la planificación y diseño de la enseñanza, integrando tanto métodos innovadores como aquellos que han demostrado ser efectivos a lo largo del tiempo. Esto garantizará una experiencia de aprendizaje enriquecedora que se adapte a las necesidades y preferencias de los estudiantes, y a la vez permitirá alcanzar los objetivos educativos deseados. La diversificación de los métodos docentes y la atención cuidadosa a las características y demandas de los alumnos contribuirán a un proceso de enseñanza-aprendizaje más efectivo y satisfactorio para todos los involucrados.

## 8. REFERENCIAS

- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments (pp. 9-15).
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work?—a literature review of empirical studies on gamification. In 2014 47th Hawaii international conference on system sciences (pp. 3025-3034). Ieee
- Jaber, J. R., Arencibia Espinosa, A., Carrascosa Iruzubieta, C., Ramírez, A. S., Rodríguez-Ponce, E., Melián, C., ... & Farray, D. (2016). Empleo de Kahoot como herramienta de gamificación en la docencia universitaria.
- Marbán Prieto, J. M. (2007). El desafío de la renovación metodológica: de la reflexión a la acción. En C. Guilarte Martín-Calero (coord.), Experiencias de innovación docente en la Universidad de Valladolid (pp. 445-455). Valladolid: Universidad de Valladolid.
- San José, R., Antón, C., Camarero, C. y otros (2008). Nuevos retos en innovación docente: uso de foros y aprendizaje cooperativo. En C. Guilarte Martín-Calero (coord.), Experiencias de innovación docente en la Universidad de Valladolid (pp. 385-396). Valladolid: Universidad de Valladolid.

## IMPACTO DEL NIVEL COMPETENCIAL AUTOPERCIBIDO SOBRE EL APRENDIZAJE DERIVADO DE TÉCNICAS DE EVALUACIÓN PARTICIPATIVAS

---

BEATRIZ GONZÁLEZ-VÁZQUEZ

*Universidade de Vigo*

NURIA RODRÍGUEZ-LÓPEZ

*Universidade de Vigo*

M. EVA DIZ-COMESAÑA

*Universidade de Vigo*

### 1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje autorregulado adquiere cada vez más importancia en el aprendizaje a lo largo de la vida. En este tipo de aprendizaje, los métodos de evaluación son uno de los aspectos que más pueden influir orientando a los estudiantes para que dicho aprendizaje sea exitoso. Si bien la valoración del/de la profesor/a es esencial, las percepciones que tienen los/as estudiantes, tanto sobre el nivel en las competencias demandadas como sobre el efecto de las diversas herramientas en la consecución de dichas competencias, son un factor clave en su adquisición de autonomía en el proceso de aprendizaje. En este capítulo se profundiza en la relación entre la percepción que tienen los estudiantes sobre el nivel que poseen en una competencia y cómo esto influye en su capacidad de aprendizaje cuando se implementan metodologías participativas de evaluación.

### 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

En el futuro, el aprendizaje autónomo tendrá una gran importancia a lo largo de toda la vida. Hay muchos aspectos que influyen en este aprendizaje autorregulado, y algunos de ellos son los procedimientos de

evaluación. La percepción de los estudiantes sobre los métodos de evaluación juega un papel importante a la hora de determinar su esfuerzo hacia el aprendizaje y sus tareas de evaluación (Kaur et al., 2018). Así, el/la estudiante está llevando a cabo una regulación de su propio aprendizaje basada en la auto percepción que hace de sus competencias asociadas a tareas previamente desarrolladas.

Además, el enfoque competencial se impuso en la educación superior actual, con el propósito de mejorar el rendimiento efectivo de los/as estudiantes, mejorar la calidad de la educación y también posibilitar el aprendizaje a lo largo de la vida (Kallioinen, 2010; Wagenaar, 2014). Dada la complejidad de las competencias, en general, es necesario utilizar diversos instrumentos a la hora de evaluar su adquisición. Así pues, numerosos autores han analizado la relación entre el método de evaluación y la forma en que los/as estudiantes abordan el aprendizaje (Biggs, 1999). Las principales conclusiones obtenidas en trabajos anteriores hacen referencia a que el aprendizaje es más profundo si la evaluación es participativa, en la que los/as alumnos/as se autoevalúan, evalúan y son evaluados por sus compañeros/as y por su profesor/a. Sluijsmans et al. (1998) indican en su investigación que "la autoevaluación, la evaluación entre iguales y la coevaluación pueden ser herramientas eficaces para desarrollar las competencias necesarias profesionalmente" (p. 293). Durante la autoevaluación y la coevaluación entre iguales, los/as estudiantes desarrollan habilidades como la autorreflexión y el pensamiento crítico y creativo, y éstas constituyen metodologías sostenibles de aprendizaje permanente. Las técnicas activas basadas en la autoevaluación y la evaluación por pares han demostrado ser muy útiles y motivadoras (Cahyono & Amrina, 2016; Stellmack et al. 2012). Algunos trabajos incluso se basan en estas metodologías para el desarrollo de modelos de aprendizaje auténtico (Kearney, 2013).

Cuando se utiliza la evaluación entre iguales se produce una mejora significativa del rendimiento académico (Gibbs, 1999). Además, la colaboración entre iguales facilita la adquisición de estrategias de aprendizaje por parte de los estudiantes (González-DeHass y Willems, 2016). No obstante, según Pond et al. (1995), también pueden existir algunos aspectos negativos de la evaluación entre iguales, que podrían dar lugar a

una sobrevaluación debido a las relaciones de amistad o a la monopolización de las mejores evaluaciones por parte de aquellos que actúan como líderes informales en un grupo. Así, una de las cuestiones relevantes en la investigación sobre evaluaciones participativas es asegurar la fiabilidad y validez de esta estrategia de evaluación entre iguales. Este hecho ha sido analizado por Topping (2009), quien señala que estas evaluaciones son bastante consistentes entre los estudiantes (fiabilidad) y son validadas por los profesores (validez). Además, la precisión en las evaluaciones entre iguales mejora cuando los estudiantes están familiarizados con los criterios de evaluación, especialmente, cuando los estudiantes han trabajado previamente con ellos (Dochy et al., 1999).

Con respecto a la autoevaluación de los estudiantes, se ha demostrado que tiene un efecto directo y positivo en los resultados académicos (Yan, 2020), y en el desarrollo de su autonomía (Orsmond & Merry, 2013) y de las habilidades generales para la vida. Con la autoevaluación, los estudiantes toman conciencia de sus lagunas de conocimiento y se centran en su aprendizaje (Bourke, 2018), ya que, en general, juzgan de forma fiable sus propias competencias (Leach, 2012; Boud et al., 2013). Sin embargo, también se ha argumentado que la precisión en la autoevaluación está asociada con la competencia académica (Lew et al., 2010). Por tanto, puede mejorar cuando los estudiantes explican su propio razonamiento a sus compañeros de modo que promueva la autoconciencia de los puntos fuertes y débiles del mismo (Chi et al., 1994; Reinholz, 2016).

En esta línea, se ha sugerido que el uso combinado de la evaluación por pares y la autoevaluación mejora el conocimiento del proceso de evaluación (Wanner y Palmer, 2018), lo que puede mejorar el rendimiento académico de los estudiantes y el desarrollo del aprendizaje autorregulado (To et al., 2022). Este contexto permite al estudiante aprovechar el uso de las nuevas metodologías de aprendizaje que se han desarrollado en torno a los estudiantes y sus roles activos.

Los estudiantes, durante el proceso realizado para alcanzar sus objetivos, inconscientemente dan crédito a sus expectativas y a sus percepciones de los contextos de aprendizaje (Frenzel et al., 2007). Algunos estudios han demostrado la existencia de una asociación positiva entre la confianza académica y la perspectiva de aprendizaje profundo (Fuente

et al., 2013); y esta última se ha encontrado relacionada con el aprendizaje autorregulado (Grothérus et al., 2019). Una alta autoconfianza y un alto sentimiento de autocompetencia incrementan la participación activa en el proceso de aprendizaje (Phan, 2010). Del mismo modo, la autoeficacia ha demostrado ser un predictor de la capacidad de aprendizaje, las investigaciones han demostrado que una mayor autoeficacia implica un mayor aprendizaje (Honicke & Broadbent, 2016; Talsma et al., 2018).

El presente estudio se enmarca en esta última línea de investigación, y tiene como objetivo analizar el efecto de la autopercepción de los estudiantes en una competencia sobre su aprendizaje. Así, la aportación de este trabajo es profundizar en el efecto del nivel autopercebido en una competencia sobre el aprendizaje adquirido con técnicas de evaluación activa. Se formula, pues, la siguiente pregunta de investigación: ¿la percepción que un estudiante tiene sobre su propia competencia, influye en el aprendizaje que el estudiante percibe debido a la autoevaluación y a la evaluación por pares?

En línea con el objetivo planteado, se han propuesto las siguientes hipótesis:

- H1: Cuanto mayor es el nivel autopercebido en una competencia, mayor es el aprendizaje percibido por la autoevaluación.
- H2: Cuanto mayor es el nivel autopercebido en una competencia, mayor es el aprendizaje percibido por la evaluación a sus pares.

Por otro lado, la capacidad de evaluar el aprendizaje es una capacidad de nivel superior que requiere haber obtenido previamente otras habilidades. Siguiendo la taxonomía revisada de Bloom, se pueden establecer seis niveles de procesos cognitivos que se alcanzan de forma jerárquica. La evaluación se sitúa en el quinto nivel; un/a alumno/a podrá alcanzar la capacidad de evaluar una vez que haya logrado las de recordar, comprender, aplicar y analizar. Según Vygotsky (2009), la zona de desarrollo próximo evoluciona con el aprendizaje del alumno, de modo que éste no sólo adquiere un objetivo de aprendizaje definido, sino que amplía su capacidad para seguir aprendiendo. En consecuencia, es necesario tener

en cuenta la posibilidad de un proceso de aprendizaje que puede ser tan avanzado como activa sea la metodología y que puede estar condicionado por la autopercepción del aprendizaje alcanzado. Por tanto, se puede afirmar que un/a alumno/a podrá aprender a través de sus compañeros, en la medida en que esté adquiriendo aprendizajes en la competencia analizada; es decir, la percepción que un/a estudiante haga de los aprendizajes de los demás estará mediada por sus propios aprendizajes. Así, se propone la siguiente hipótesis de trabajo:

- H3: Cuanto mayor sea la puntuación asociada al aprendizaje por la autoevaluación, mayor será la puntuación asociada al aprendizaje por la evaluación a sus pares.

Cabe señalar que, en el caso de la evaluación por pares, el presente trabajo se centra en analizar cómo aprende el estudiante al evaluar a otros, y no cuánto aprende de la evaluación que otros hacen de su trabajo. Por tanto, en el aprendizaje de la evaluación de pares se analiza cómo el alumno puede beneficiarse de la evaluación que él realiza del trabajo de otros (Yucel et al., 2014). Así pues, el alumnado en esta experiencia ha trabajado con el concepto de juicio evaluativo, entendido como la capacidad de un/a alumno/a para evaluar su propio trabajo y el de los demás (Tai et al., 2018).

Para responder a la pregunta de nuestra investigación, el presente estudio ha seleccionado la competencia de comunicación oral, que, pese a ser una de las habilidades blandas (*soft skills*) de vital importancia para el desempeño profesional de los titulados, apenas ha sido abordada en los estudios sobre el aprendizaje. Además, los graduados españoles, en general, afirman tener graves deficiencias en esta competencia, siendo estas deficiencias especialmente importantes entre los graduados en titulaciones técnicas (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación de España, 2007; Rodríguez et al., 2018). Así, además del objetivo de esta investigación, analizar el efecto del nivel autopercebido en una competencia sobre el aprendizaje que los estudiantes perciben de la autoevaluación y la evaluación por pares, esta experiencia ha permitido mejorar las habilidades de comunicación oral del estudiantado.

## 2. MÉTODO

### 2.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

Esta investigación se llevó a cabo en la materia "Fundamentos de Empresa" con los estudiantes de primer curso de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad de Vigo. El número total de alumnos matriculados era de 173, y la muestra de 115 estudiantes (66,47%), con un error de muestreo de +/-5,3% (nivel de confianza del 95%,  $p = 0,5$  y  $q = 0,5$ ). Los grupos se seleccionaron siguiendo un muestreo aleatorio estratificado, con asignación proporcional entre el alumnado, para obtener una muestra representativa. Así, dado que en la población total había un 16,18% de mujeres, se seleccionaron 19 mujeres para participar (16,52% de las mujeres de la muestra). Trece encuestas fueron eliminadas por cumplimentación incorrecta.

### 2.2. PROCEDIMIENTO

La competencia en comunicación oral es una habilidad blanda y se desarrolla en el debate entre iguales, por lo que su adquisición debe promoverse a través del trabajo presencial en el aula. En este estudio se desarrolló a través de la presentación de un trabajo y un debate sobre el mismo. Dado que las competencias son complejas, siguiendo la recomendación de Dochy et al. (1999), en la primera fase los investigadores explicaron las competencias y las rúbricas que los alumnos utilizarían para la evaluación, y las técnicas de autoevaluación y de evaluación por pares. Para preparar las presentaciones, se dividió al alumnado en grupos de tres o cuatro personas, y a cada grupo se le asignó una lectura diferente sobre un tema común, pero desde distintas perspectivas. Posteriormente, todos los alumnos hicieron las presentaciones de sus trabajos, seguidas de un debate. Al finalizar, los tres agentes evaluadores -el profesor, el/la alumno/a y los compañeros- cumplimentaron una encuesta en papel que incluía seis ítems para evaluar la competencia en comunicación oral de cada alumno/a; se utilizó una escala Likert de cinco puntos (1 representa total desacuerdo, 5 total acuerdo).

Al finalizar la clase, el alumnado cumplimentó otro cuestionario en papel para evaluar su percepción sobre el aprendizaje alcanzado con cada



sistema de evaluación (autoevaluación y evaluación por pares). En esta segunda encuesta, todos los estudiantes respondieron a ocho preguntas utilizando una escala Likert de 5 puntos. Debían indicar si las técnicas de autoevaluación (cuatro preguntas) y de evaluación por pares (cuatro preguntas) facilitaban la mejora en el aprendizaje alcanzado.

Esta forma de aprendizaje colaborativo aumenta no sólo las motivaciones de aprendizaje de los alumnos, sino también sus expectativas. Además, con esta forma de aprendizaje, el desarrollo de la competencia comunicativa oral se convierte en un proceso constructivo. Cabe señalar que tanto la autoevaluación como la evaluación entre compañeros están impregnadas de matices psicológicos, como la autoexigencia, las relaciones de amistad, el liderazgo, la aceptación social y los sentimientos ocultos, que interfieren en las evaluaciones, y estos factores están fuera del control del investigador.

### 2.3. MEDICIÓN DE VARIABLES

En esta investigación, los ítems del cuestionario sobre competencia comunicativa oral se adaptaron de Van Ginkel et al. (2015) y recogen los siguientes aspectos (*competence level*): 1) la transmisión del contenido del mensaje, donde se indicaba al alumno que valorara si el contenido del mensaje se había transmitido de forma concreta, rigurosa y precisa (self\_cla1); 2) la lógica en la línea discursiva, donde se valoraba si el desarrollo de la exposición era coherente (self\_cla5); 3) la actitud, donde se apreció si era positiva y transmitía entusiasmo y confianza (self\_cla9); 4) la expresión oral, donde se evaluó si se utilizó el vocabulario adecuado y si se evitó el uso de lenguaje informal (self\_os2); 5) el lenguaje no verbal, donde se analizó la tensión emocional a través del contacto visual con el público, los gestos, la voz y los movimientos relajados (self\_os3); y 6) las habilidades de argumentación y contra argumentación durante el debate, donde se indicó si el presentador había respondido satisfactoriamente a las preguntas, reforzando los argumentos con datos o contraejemplos (self\_os4).

Para evaluar la percepción del aprendizaje obtenido por la autoevaluación (*learning through self-assessment*), el cuestionario se basó en los ítems desarrollados por Segers y Dochy (2001). Esta escala cuantifica la

mejora en la capacidad de autorreflexión profunda (learself1), los desarrollos del pensamiento crítico (learself2) y autocrítico (learself3\_1) y, por último, el fortalecimiento de la motivación de los estudiantes por la calidad y la mejora continua (learself4). Del mismo modo, para evaluar el aprendizaje alcanzado como resultado de la evaluación a sus compañeros/as (*learning through peer assessment*), los/las estudiantes debían puntuar cuatro cuestiones para valorar en qué medida la técnica había facilitado mejoras en las habilidades de escucha activa, persuasión y presentación (learco7); había aumentado la motivación por la calidad y la mejora continua (learco8); y había desarrollado el pensamiento crítico (learco9) y autocrítico (learco10).

### 3. RESULTADOS

La bondad de las escalas se garantizó comprobando la fiabilidad, la validez convergente y la validez divergente. La fiabilidad se evaluó mediante los valores alfa de Cronbach; estos indicadores eran superiores a 0.7, por lo que se confirmó la fiabilidad. La validez convergente se confirmó mediante cargas estandarizadas de aproximadamente 0.7, coeficientes significativos, un  $R^2$  no inferior a 0.4, una varianza extraída media igual o superior a 0.5 y una fiabilidad compuesta igual o superior a 0.7 (Hair et al., 2014). La validez divergente se comprobó verificando que la correlación entre constructos era menor que la raíz cuadrada de la varianza media extraída para cada factor. Finalmente, se comprobó que el modelo de medida presentaba un buen ajuste global, con índices absolutos, incrementales y de parsimonia en los niveles deseados (Byrne, 2016).

Los resultados de los análisis de fiabilidad y validez de las escalas figuran en la Tabla 1. Para reespecificar el modelo, se eliminaron los ítems self\_cla5, self\_os4, learself2 y learnco7 (Tabla 1).

En todo el proceso se utilizó el programa informático SPSS.

**TABLA 1.** Modelo de datos de fiabilidad y validez

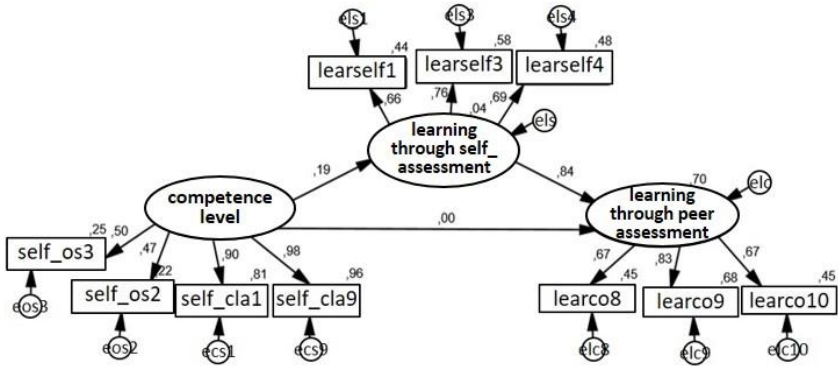
Variable	Items	Pesos de regresión normalizados	Coefficiente crítico	CA	CR	AVE
competence level (nivel de competencia)	auto_cla9	.98	12.75	.81	.82	.56
	auto_cla1	.9	5.29			
	self_os3	.50	4.87			
	auto_os2	.50				
learning through self-assessment (aprendizaje de la autoevaluación)	learself1	.67	5.64	.74	.82	.51
	learself3	.76	5.39			
	learself4	.69				
learning through peer-assessment (aprendizaje de evaluación a pares)	learco8	.68	6.21	.76	.77	.52
	learco9	.82	5.48			
	learco10	.67				
Ajuste del modelo						
CMIN = 32,70 (P = .43) RMR = .050 GFI = .94 RMSEA = 0,02		NFI = .92 RFI = .90 IFI = .99		TLI = .99 CFI = .99 CMIN/df = 1,02		PGFI = .55 PNFI = .66 PCFI = .71

CA = alfa de Cronbach. CR= fiabilidad compuesta. AVE= varianza media extraída.

Fuente: elaboración propia

El modelo estructural reespecificado se muestra en la Figura 1, que contiene los coeficientes estandarizados de las relaciones significativas entre variables ( $p < .05$ ). El buen ajuste de los modelos se verificó a través de la significatividad de los coeficientes y la existencia de índices de ajuste en los valores recomendados (Byrne, 2016). Los índices obtenidos para los modelos SEM finales mostraron un ajuste adecuado (CMIN = 33.32,  $p = .45$ ; CMIN/df = 1.01; NFI = .92; CFI = .99; IFI = 0.99; RMSEA = .01, y RMR = .05); la Tabla 2 muestra estos resultados en detalle. Se confirma tanto el efecto del nivel de competencia autopercibido sobre su aprendizaje de la autoevaluación como sobre su aprendizaje de evaluar a sus compañeros.

**FIGURA 1.** Impacto del nivel autopercebido en una competencia sobre el aprendizaje de los alumnos



Fuente: elaboración propia

Dados estos resultados, se pueden aceptar todas las hipótesis planteadas. En cuanto a la Hipótesis 1, existe un efecto positivo y significativo del nivel autopercebido en una competencia sobre el aprendizaje de la auto-evaluación. Es decir, los estudiantes que se perciben a sí mismos con mayores competencias indican una mayor experiencia de aprendizaje. Además, los estudiantes que se perciben a sí mismos como poseedores de una competencia inferior indican una menor adquisición del aprendizaje. Otra cuestión que se detectó a lo largo de este estudio es la existencia de un tipo de estudiante que se percibe a sí mismo con gran severidad y sin embargo no es evaluado tan negativamente por los demás; esta situación también ha sido mencionada en otras investigaciones (Castejón et al., 2016).

**TABLA 2.** Índices de ajuste del modelo y coeficientes de regresión normalizados

Variable		Variable	C.R.	p	Coefficientes normalizados
learning through self-assessment (aprendizaje de autoevaluación)	←	Competence level (nivel autopercebido)	1.60	.10	.19
learning through co-assessment (aprendizaje de evaluar a pares)	←	learning through self-assessment (Aprendizaje de autoevaluación)	4.80	***	.84
learning through co-assessment (aprendizaje de evaluar a pares)	←	Competence level (nivel autopercebido)	.00		.00
learself1	←	learning through self-assessment (aprendizaje de autoevaluación)			.66
learself3	←	learning through self-assessment (aprendizaje de autoevaluación)	5.60	***	.76
learself4	←	learning through self-assessment (aprendizaje de autoevaluación)	5.40	***	.69
learco8	←	learning through co-assessment (aprendizaje de evaluar a pares)			.67
learco9	←	learning through co-assessment (aprendizaje de evaluar a pares)	6.20	***	.83
learco10	←	learning through co-assessment (aprendizaje de evaluar a pares)	5.47	***	.67
self_cla9	←	Competence level (nivel autopercebido)			.98
self_cla1	←	Competence level (nivel autopercebido)	12.68	***	.90
self_os2_1	←	Competence level (nivel autopercebido)	4.84	***	.47
self_os3_1	←	Competence level (nivel autopercebido)	5.26	***	.50
Ajuste del modelo					
CMIN = 33,32 (p = 0,45) RMR = .05 GFI = .94 RMSEA = 0,01		NFI = .92 RFI = .90 IFI = .99	TLI = .99 CFI = .99 CMIN/df = 1,01	PGFI = .55 PNFI = .68 PCFI = .73	

Fuente: elaboración propia

Las hipótesis 2 y 3 están relacionadas con el efecto mediador del aprendizaje de la autoevaluación. Para comprobar este efecto mediador, se

han especificado y comparado tres modelos: el modelo original (Modelo 1) sin restricciones, un modelo alternativo (Modelo 2), en el que el efecto del nivel autopercebido sobre el aprendizaje de la evaluación a los pares se restringe a cero; y otro modelo alternativo (Modelo 3), en el que el efecto del aprendizaje de la autoevaluación sobre el aprendizaje de la evaluación a sus compañeros se restringe a cero. La comparación de modelos muestra la preferencia por el Modelo 2 y, en consecuencia, la existencia de mediación total (Tabla 3). De este modo, la hipótesis 3, relativa al efecto del aprendizaje de la autoevaluación sobre el aprendizaje de la evaluación a los pares, se acepta. La hipótesis 2 también se acepta con un efecto positivo, pero no es directo sino indirecto, formado por las relaciones directas positivas de las hipótesis 1 y 3. El modelo ajusta mejor si se introduce el aprendizaje de la autoevaluación, lo que indica que el/la alumno/a que obtiene un mayor aprendizaje de la autoevaluación tiene una mayor disponibilidad para aprender a través de la evaluación a sus pares.

**TABLA 3.** Comparaciones de modelos anidados

Suponiendo que el modelo original (1) sea correcto:							
Modelo	DF	CMIN	P	NFI Delta-1	IFI Delta-2	RFI rho-1	TLI rho2
Modelo 2: Mediación total	1	.620	.431	.001	.002	-.001	-.001
Modelo 3: Independencia	1	51.85	.00	.122	.132	.163	.182

$p < .05 \rightarrow$  Se acepta el modelo 2.

Fuente: elaboración propia

#### 4. DISCUSIÓN

La hipótesis relativa a un efecto positivo y significativo del nivel auto percibido en una competencia sobre el aprendizaje de los/as estudiantes ha sido confirmada por el primero de los modelos de ecuaciones estructurales analizados. De este análisis se puede afirmar que los/as estudiantes que se perciben a sí mismos como los mejores en esa competencia obtienen una mayor experiencia de aprendizaje. En este sentido, es interesante mencionar que, en el contacto mantenido con el alumnado a lo largo de este estudio, se detectó que aquellas personas con un mayor

nivel en la competencia mostraban un compromiso superior con los objetivos de aprendizaje, en línea con Phan (2010). Además, los/as alumnos/as que se perciben a sí mismos con un nivel inferior en dicha competencia informan de una menor adquisición del aprendizaje. Estos resultados concuerdan con Gadbois & Sturgeon (2011), quienes observaron que los/as estudiantes que informaban de niveles más bajos en las competencias indicaban estrategias de aprendizaje más superficiales, y obtenían puntuaciones más bajas en todas las pruebas del curso. De este modo, los aspectos sociales y personales de los/as estudiantes adquieren relevancia en el proceso de aprendizaje, siendo los/as alumnos/as que se perciben como más capaces los que abordan este proceso con más éxito, lo que coincide con otros trabajos, como el de Soltani & Askarizadeh (2021). Así, nuestra investigación ha contribuido a clarificar cómo la autopercepción del alumnado en una competencia influye en el aprendizaje obtenido.

Además, los resultados de las hipótesis 2 y 3 propuestas clarifican la relación entre ambos aprendizajes. Puesto que en este trabajo se ha puesto de manifiesto que, el aprendizaje de la autoevaluación emerge como un factor mediador para obtener la habilidad de aprender de la evaluación a sus compañeros. Es decir, es necesario que el estudiantado alcance un cierto nivel de aprendizaje de la autoevaluación y que sea consciente de ese aprendizaje para poder aprender de las actividades de coevaluación. La circunstancia de que el alumnado perciba la evaluación a los pares como útil cuando previamente ha aprendido de la autoevaluación, es coherente con Reinholz (2016) y Orsmond & Merry (2013).

## 5. CONCLUSIÓN

El objetivo propuesto en este estudio, relativo al análisis de un efecto positivo y significativo del nivel autopercebido en una competencia sobre el aprendizaje de los/as estudiantes, ha sido conseguido. Se puede afirmar que los/as estudiantes que se perciben a sí mismos/as como los/as mejores en esa competencia obtienen una mayor experiencia de aprendizaje. En este trabajo se demuestra el efecto directo sobre el aprendizaje de la autoevaluación e indirecto sobre el aprendizaje de la

evaluación a los pares. Asimismo, se demuestra la aparición secuencial de ambos aprendizajes, el aprendizaje de la evaluación a los pares se realiza cuando previamente se ha aprendido de la autoevaluación.

Los resultados del presente análisis conducen a una serie de implicaciones educativas prácticas. Los/as estudiantes deben participar en su proceso de evaluación, ya que ello redundará en una mayor implicación en su proceso de aprendizaje, llegando incluso a afectar a su progreso a largo plazo. En esta línea, se ha reconocido que la relación entre el uso de la autoevaluación y la evaluación entre iguales, y la pericia evaluativa de los estudiantes requieren de una mayor exploración desde la perspectiva del aprendizaje autorregulado (Panadero et al., 2019). La evaluación es una capacidad de nivel superior y es necesario desarrollarla antes de utilizarla como medio de aprendizaje. Otros autores ya han indicado que, aunque las metodologías activas basadas en la autoevaluación y la evaluación entre iguales han demostrado ser muy útiles y motivadoras, deben utilizarse con atención e insertarse en un diseño instruccional adecuado (Cahyono & Amrina, 2016; Stellmack et al. 2012). En esta línea, este trabajo constata la idea de que estas metodologías activas funcionan mejor si los/as alumnos/as están familiarizados/as con sus criterios de evaluación, especialmente cuando han trabajado previamente con ellos. Así, se destaca la necesidad de un período de aprendizaje para que los/as alumnos/as puedan aprovechar las ventajas de las metodologías activas. Los/as estudiantes necesitan aprender a implicarse en su propio aprendizaje, y este proceso debe ser guiado por su profesor/a.

Otra implicación de este estudio es que entre los diseños instruccionales implementados por el profesor/a sería interesante tratar de identificar actitudes que muestren una baja autopercepción por parte del/de la estudiante, para poder así ayudarle a valorarse de una forma más realista. Para ello, los profesores/as pueden reforzar el autoconcepto de los alumnos/as con experiencias positivas para que éstos/as sean más receptivos a la hora de desarrollar sus capacidades. Cuanto mayor sea la confianza en uno/a mismo/a, más seguro y mejor será el resultado académico. Así, los/as estudiantes que partiesen de unos bajos niveles de competencia autopercebida, obtendrían mejores resultados de aprendizaje, y



adquirirían la experiencia necesaria para absorber los beneficios de la autoevaluación y la evaluación entre pares.

En consonancia con el aprendizaje centrado en el/la alumno/a, la enseñanza debe ser lo más personalizada y activa posible para motivar y optimizar los resultados del alumnado y los esfuerzos del/de la profesor/a. Así, las interacciones entre profesores/as y alumnos/as, la retroalimentación frecuente, la atención individualizada y la evaluación continua, son prácticas aconsejables para potenciar la motivación de los/as estudiantes y reforzar positivamente su proceso de aprendizaje. Las actividades que requieren trabajo autónomo, trabajo en equipo y presentaciones son muy recomendables para fomentar la implicación y participación de los/as alumnos/as, permitiéndoles aprovechar el tiempo de permanencia en el aula para mejorar su aprendizaje. Además, es necesario que cuando los/as alumnos/as acudan a las clases presenciales, se impliquen y participen con un aprendizaje lo más activo y personalizado posible, haciendo también hincapié en el desarrollo de las *soft skills* a través de experiencias prácticas, *role playing*, resolución de retos, trabajos en grupo en laboratorio, etc.

La limitación más importante de este estudio es la dificultad de generalizar los resultados obtenidos, ya que esta investigación se ha realizado exclusivamente con estudiantes de primer curso de una titulación técnica. De hecho, sería deseable ampliar el alcance de la muestra a otras áreas de conocimiento. En cuanto a futuras investigaciones, hay tres líneas de especial importancia. En primer lugar, de acuerdo con Ning & Downing (2015), sería interesante profundizar en el aprendizaje centrado en el estudiantado, incorporando al análisis dos variables: el estilo de aprendizaje, para investigar cómo se manifiestan las relaciones establecidas en este estudio en los diferentes estilos de aprendizaje presentes en el aula; y el nivel de compromiso del estudiantado, ya que podría ayudar a entender con mayor profundidad las relaciones entre las variables analizadas. Una segunda línea de investigación sería realizar estudios longitudinales para observar la evolución de la autoconfianza de los/as alumnos/as tras llevar a cabo diversos intentos para mejorarla (Phan et al., 2018). En tercer lugar, sería importante indagar más en la relación entre el aprendizaje de la autoevaluación y de la evaluación por

pares; aunque el presente trabajo ofrece un punto de partida al identificar una aparición secuencial de ambas variables, deberían desarrollarse más investigaciones en esta línea.

## 6. REFERENCIAS

- Biggs, J. (1999). *Teaching for Quality Learning at University*. Open University Press.
- Boud, D., Lawson R., & Thompson D. G. (2013). Does Student Engagement in Self-Assessment Calibrate Their Judgement over Time? *Assessment & Evaluation in Higher Education* 38 (8), 941-956.  
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02602938.2013.769198>
- Bourke, R. (2018). Self-assessment to incite learning in higher education: developing ontological awareness. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 43(5),827-839.  
<https://dx.doi.org/10.1080/02602938.2017.1411881>
- Byrne, B. M. (2016). *Structural Equation Modeling with AMOS*. (3rd ed.). Routledge.
- Cahyono, B. Y., & Amrina, R. (2016). Peer Feedback, Self-correction, and Writing Proficiency of Indonesian EFL Students. *Arab World English Journal*, 7(1), 178-193. <https://dx.doi.org/10.24093/awej/vol7no1.12>
- Castejón, J.L., Gilar, R., Veas, A., & Miñano, P. (2016). Differences in learning strategies, goal orientations, and self-concept between overachieving, normal-achieving, and underachieving secondary students. *Frontiers in Psychology*, 7, Article 1438. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01438>
- Chi, M. T. H., De Leeuw, N., Chiu, M. H., & LaVancher C. (1994). Eliciting Self-Explanations Improves Understanding. *Cognitive Science* 18(3), 439-77. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.112.7097&rep=rep1&type=pdf>
- Dochy, F., Segers, M., & Sluijsmans, D. (1999). The use of self, peer and co-assessment in Higher Education: A review. *Studies in Higher Education*, 24(3), 331-350.
- Frenzel, A. C., Pekrun, R., & Goetz, T. (2007). Perceived learning environment and students' emotional experiences: A multilevel analysis of mathematics classrooms. *Learning & Instruction*, 17(5), 478-493.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.001>

- Fuente, J. D. L., Sander, P., & Putwain, D. (2013). Relationship between undergraduate student confidence, approach to learning and academic performance: The role of gender. *Revista de Psicodidáctica*, 18(2), 373-391. <https://doi.org/10.1387/RevPsicodidact.7078>
- Gadbois, S. A., & Sturgeon, R. D. (2011). Academic self-handicapping: Relationships with learning specific and general self-perceptions and academic performance over time. *British Journal of Educational Psychology*, 81(2), 207-222. <https://doi.org/10.1348/000709910X522186>
- Gibbs, G. (1999). Using assessment strategically to change the way students learn. In S. Brown & A. Glasner (Eds.), *Assessment Matters in Higher Education: Choosing and Using Diverse Approaches* (pp. 41-54). Open University Press.
- Gonzalez-DeHass A.R., & Willems P. (2016). Nurturing Self-Regulated Learners: Teacher, Peer, and Parental Support of Strategy Instruction. *The Educational Forum*, 80(3), 294-309. <https://doi.org/10.1080/00131725.2016.1173751>
- Grothérus A., Jeppsson F., & Samuelsson J. (2019). Formative Scaffolding: how to alter the level and strength of self-efficacy and foster self-regulation in a mathematics test situation. *Educational Action Research*, 27(5), 667-690. <https://doi.org/10.1080/09650792.2018.1538893>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate Data Analysis* (7 edition). Pearson.
- Honick T., & Broadbent J. (2016). The influence of academic self-efficacy on academic performance: A systematic review. *Educational Research Review*, 17, 63-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2015.11.002>
- Kallioinen, O. (2010). Defining and comparing generic competences in higher education. *European Educational Research Journal*, 9(1), 56-68. <https://doi.org/10.2304/eerj.2010.9.1.56>
- Kaur, A., Noman, M., & Awang-Hashim, R. (2018). The role of goal orientations in students' perceptions of classroom assessment in higher education. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 43(3), 461-472. <https://doi.org/10.1080/02602938.2017.1359818>
- Kearney, S. (2013). Improving engagement: The use of “Authentic self-and peer-assessment for learning” to enhance the student learning experience. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 38(7), 875-891. <https://doi.org/10.1080/02602938.2012.751963>
- Leach, L. (2012). Optional self-assessment: Some tensions and dilemmas. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 37(2), 137-147. <https://doi.org/10.1080/02602938.2010.515013>

- Lew, M.D.N., Alwis, W.A.M., & Schmidt, H.G. (2010). Accuracy of students' self-assessment and their beliefs about its utility. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 35(2), 135-156. <https://doi.org/10.1080/02602930802687737>
- National Agency for Quality Assessment and Accreditation of Spain (2007). REFLEX report: The Flexible Professional in the Knowledge Society: New Demands on Higher Education in Europe. (Informe REFLEX: El Profesional Flexible en la Sociedad del Conocimiento: Nuevas Exigencias en la Educación Superior en Europa). ANECA.
- Ning, H. K., & Downing, K. (2015). A latent profile analysis of university students' self-regulated learning strategies. *Studies in Higher Education*, 40(7), 1328-1346. <https://doi.org/10.1080/03075079.2014.880832>
- Orsmond, P., & Merry, S. (2013). The importance of self-assessment in students' use of tutors' feedback: A qualitative study of high and non-high achieving biology undergraduates. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 38(6), 737-753. <https://doi.org/10.1080/02602938.2012.697868>
- Panadero, E., Broadbent, J., Boud, D., & Lodge, J. M. (2019). Using formative assessment to influence self- and co-regulated learning: The role of evaluative judgement. *European Journal of Psychology of Education*, 34(3), 535-557. <https://doi.org/10.1007/s10212-018-0407-8>
- Phan, H. P. (2010). Students' academic performance and various cognitive processes of learning: An integrative framework, and empirical analysis. *Educational Psychology*, 30(3), 297-322. <https://doi.org/10.1080/01443410903573297>
- Phan, H.P., Ngu, B.H., & Alrashidi, O. (2018). Contextualised self-beliefs in totality: An integrated framework from a longitudinal perspective. *Educational Psychology*, 38(4), 411-434. <https://doi.org/10.1080/01443410.2017.1356446>
- Pond, K., Ul-Haq, R., & Wade, W. (1995). Peer review: A precursor to peer assessment. *Innovations in Education and Training International*, 32, 314-323.
- Reinholz, D. (2016). The assessment cycle: a model for learning through peer assessment. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 41(2), 301-315. <https://doi.org/10.1080/02602938.2015.1008982>
- Rodríguez, G., Ibarra, M. S., & Cubero, J. (2018). Basic competences related to assessment: A study about university students' perception. *Educación XX1*, 21(1), 181-208. <https://doi.org/10.5944/educXX1.20184>

- Segers, M., & Dochy, F. (2001). New assessment forms in problem-based learning: The value-added of the students' perspective. *Studies in Higher Education*, 26(3), 327-343. <https://doi.org/10.1080/0307570120076291>
- Sluijsmans, D., Dochy, F., & Moerkerke, G. (1998). Creating a learning environment by using self-, peer-and co-assessment. *Learning environments research*, 1(3), 293-319. <https://doi.org/10.1023/A:1009932704458>
- Soltani, A., & Askarizadeh, G. (2021). How students' conceptions of learning science are related to their motivational beliefs and self-regulation. *Learning and Motivation*, 73, 101707. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2021.101707>
- Stellmack M.A., Keenan N.K., Sandidge R.R., Sippl A.L., & Konheim-Kalkstein Y.L. (2012). Review, Revise, and Resubmit: The Effects of Self-Critique, Peer Review, and Instructor Feedback on Student Writing. *Teaching of Psychology*, 39 (4), 235-244. <https://doi.org/10.1177/0098628312456589>
- Tai, J., Ajjawi, R., Boud, D., Dawson, P., & Panadero, E. (2018). Developing evaluative judgement: Enabling students to make decisions about the quality of work. *Higher Education*, 76(3), 467-481. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10734-017-0220-3>
- Talsma, K., Schüz, B., Schwarzer, R., & Norris, K. (2018). I believe, therefore I achieve (and vice versa): A meta-analytic cross-lagged panel analysis of self-efficacy and academic performance. *Learning and Individual Differences*, 61, 136-150. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.11.015>
- To, J., Panadero, E., & Carless, D. (2022). A systematic review of the educational uses and effects of exemplars. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 47(8), 1167-1182. <https://doi.org/10.1080/02602938.2021.2011134>
- Topping, K. J. (2009). Peer assessment. *Theory into Practice*, 48(1), 20-27. <https://doi.org/10.1080/00405840802577569>
- Van Ginkel, S., Gulikers, J., Biemans, H., & Mulder, M. (2015). Towards a set of design principles for developing oral presentation competence: A synthesis of research in higher education. *Educational Research Review*, 14, 62-80. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.002>
- Vigotsky, L. S. (2009). *El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores* (3 edition). Crítica.
- Wagenaar, R. (2014). Competences and learning outcomes: a panacea for understanding the (new) role of Higher Education? *Tuning Journal for Higher Education*, 1(2), 279-302. [https://doi.org/10.18543/tjhe-1\(2\)-2014pp279-302](https://doi.org/10.18543/tjhe-1(2)-2014pp279-302)

- Wanner, T., & Palmer, E. (2018). Formative self-and peer assessment for improved student learning: the crucial factors of design, teacher participation and feedback. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 43(7),1032-1047.  
<https://doi.org/10.1080/02602938.2018.1427698>
- Yan, Z. (2020). Self-assessment in the process of self-regulated learning and its relationship with academic achievement. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 45(2), 224-238.  
<https://doi.org/10.1080/02602938.2019.1629390>
- Yucel, R., Bird, F.L., Young, J., & Blanksby, T. (2014). The road to self-assessment: exemplar marking before peer review develops first-year students' capacity to judge the quality of a scientific report. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 39(8), 971-986.  
<https://doi.org/10.1080/02602938.2014.880400>

# IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PROFESIONAL BLOOMBERG EN LA ASIGNATURA INSTRUMENTOS FINANCIEROS DEL GRADO EN ADE DE LA UNIVERSIDAD CEU SAN PABLO: ANÁLISIS DE LA VALORACIÓN DE LOS ESTUDIANTES

---

JOSE LUIS MATEU GORDON  
*Universidad CEU-San Pablo*

JAVIER ITURRIOZ DEL CAMPO  
*Universidad CEU-San Pablo*

## 1. INTRODUCCIÓN

Bloomberg se configura en la actualidad como la principal plataforma de información financiera y económica del mundo. Es utilizada por operadores y analistas profesionales de todos los mercados financieros mundiales, siendo su conocimiento una herramienta curricular imprescindible para cualquier estudiante, ya que permite integrar la teoría con la práctica real.

La Universidad CEU San Pablo dispone de 10 terminales Bloomberg para que el alumno haga una inmersión profesional en el mundo de las finanzas y los mercados financieros.

La plataforma Bloomberg permite conocer en tiempo real información de los mercados, hacer análisis históricos, comparar diferentes estrategias de inversión y analizar empresas e industrias específicas, en concreto permite obtener información de los siguientes contenidos (Tovar, y Zenozaín, 2015).:

Información de todos los mercados y activos financieros internacionales, es decir, de todos los mercados financieros mundiales, sean de renta variable, de renta fija, de derivados, de divisas y de Materias Primas.

- Acceso a información al análisis económico y sectorial de todos los países del mundo y sectores, así como a los pronósticos económicos.
- Acceso a toda la información pública para el análisis de las empresas cotizadas en todos los mercados bursátiles del mundo, tanto en el ámbito del análisis fundamental como en el análisis técnico de los mercados financieros.
- Es además una herramienta para la gestión de carteras y de los patrimonios que sirve de ayuda a los gestores en sus tomas de decisiones.
- Da acceso a toda la información para el análisis de los Fondos de inversión, de pensiones, ETF mundiales, así como de otros productos financieros cotizados.
- También ofrece amplia información de casi tres millones de empresas no cotizadas o “private equity”,
- Proporciona información completa para realizar análisis de mercados, comparar diferentes estrategias de inversión, analizar empresas e industrias específicas, la gestión profesional de carteras (Lei y Li, 2012), análisis del riesgo, y el análisis fundamental y técnico de las empresas cotizadas.
- Bloomberg ofrece el acceso a noticias exclusivas para seguir e interpretar los eventos que impactan el mercado en los que se basan los operadores y gestores profesionales para mantenerse informados y tomar decisiones financieras críticas. En concreto proporciona más de 5.000 noticias originales por día, provenientes de más de 30.000 fuentes y con una cobertura de 146 oficinas en 72 países (Jiménez, 2010).
- Con el complemento de Bloomberg para Excel, los profesores y estudiantes pueden utilizar los datos en tiempo real e históricos del servicio Bloomberg Professional para alimentar sus hojas de cálculo. Permite controlar, manipular y analizar los datos y crear los mismos tipos de modelos financieros en los que se



basan los profesionales para tomar decisiones de negocios en el mundo real (Tan y Tuluca, 2017).

Bloomberg se utiliza intensivamente en la Universidad CEU San Pablo en el Master de Mercados Financieros y Gestión de patrimonios y en la asignatura de Instrumentos Financieros del Grado en Administración y Dirección de Empresas (ADE), en los cuales se explican los contenidos teóricos o prácticos mostrando ejemplos reales y en tiempo real con la información proporcionada por Bloomberg y se realizan casos prácticos profesionales de carácter analítico (Iturrioz, et al, 2020). Si bien, también se incorpora en otras asignaturas de finanzas en el Grado en ADE tales como Dirección Financiera, Financiación Empresarial y Finanzas Corporativas.

Las dos grandes ventajas que obtienen nuestros estudiantes al utilizar esta herramienta son (Quintana, 2020):

- Mejora en el proceso de aprendizaje y la adquisición de competencias: La utilización de la información profesional que permite la utilización de Bloomberg hace posible un cambio en la metodología a la hora de asimilar los conocimientos en las asignaturas de los diferentes grados, mediante la aplicación de información real de mercado.
- Exclusividad y diferenciación de los alumnos de la USP-CEU a efectos de su inserción laboral: Los alumnos de la Universidad finalizan sus estudios conociendo el funcionamiento de la plataforma, lo que supone un elemento diferenciador con respecto a otros estudiantes mejorando su empleabilidad, ya que se trata de la plataforma utilizada habitualmente por los profesionales.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es analizar el grado de satisfacción de los estudiantes con el uso intensivo del sistema de información Bloomberg en el aula y para la realización de los casos prácticos de la asignatura,

incorporando un importante componente profesional a lo largo de toda la materia (Sánchez-Rivera et al, 2015).

Y con base en la información obtenida, tomar las decisiones adecuadas para la asignatura en el próximo año, reforzando la situación actual o reduciéndola con base en la valoración de los estudiantes (Tan, 2017).

### 3. METODOLOGÍA

La metodología docente utilizada en la asignatura Instrumentos Financieros se basa en la utilización intensiva del sistema de información Bloomberg, para lo que se dispone de dos terminales portátiles y de la Sala Bloomberg con 8 terminales:

- El terminal portátil Bloomberg, permite al profesor utilizarlo en sus clases habituales como instrumento de apoyo profesional y actualizado en la docencia. Y hace posible mostrar a un grupo numeroso de estudiantes los aspectos básicos que requiere su utilización para cada asignatura de manera específica.
- La Sala Bloomberg, cuenta con ocho terminales fijos, y es en la misma donde se imparten los cursos a profesores y alumnos, siendo además el lugar donde acudir para obtener información y datos para realizar los casos y trabajos prácticos, Trabajos Fin de Grado, Trabajos Fin de Master e investigaciones académicas. Para ello es necesario realizar la reserva del aula en la Secretaría Académica. También permite la evaluación de estudiantes, aunque solo para grupos muy reducidos.

El contenido de la asignatura sobre la que se analiza la incorporación de Bloomberg en la materia y los casos prácticos es la siguiente:

<b>PROGRAMA INSTRUMENTOS FINANCIEROS</b>
Tema 1: LA VALORACIÓN DE CARTERAS DE VALORES. 1.1. Las carteras de valores. 1.2. El análisis de la rentabilidad y el riesgo de los activos con datos históricos y datos futuros. 1.3. El análisis de la rentabilidad y del riesgo de una cartera de activos con riesgo. 1.4. Los componentes de la rentabilidad: La Línea Característica del Mercado. 1.5. Los componentes del riesgo de una cartera y la diversificación. 1.6. El análisis de la rentabilidad y el riesgo de las Carteras Mixtas.

- 1.7. El modelo de Markowitz de selección de carteras de valores óptimas.  
 Tema 2: LA GESTIÓN DE PATRIMONIOS: LA INVERSION COLECTIVA.
- 2.1. La gestión de patrimonios y la inversión colectiva. 2.2. Las Instituciones de inversión colectiva: Fondos y Sociedades de inversión.  
 2.3. las ventajas de la inversión en Instituciones de Inversión Colectiva.  
 2.4. Los fondos de inversión: Tipología de los fondos de inversión, El valor liquidativo y las comisiones aplicables.  
 2.5. Evaluación y comparación de carteras de inversión: Ratio Sharpe, Traynor, Sortino, Alfa de Jensen, Ratio de información y Tracking Error.  
 2.6. Los fondos de pensiones: características generales. Tema 3.- LOS ACTIVOS FINANCIEROS DE RENTA FIJA.
- 3.1. Las características generales de rentabilidad y riesgo de los activos de renta fija y de renta variable.  
 3.2. Los mercados de valores en España: BME y los intermediarios bursátiles.  
 3.3. Los mercados y activos de deuda y renta fija: AIAF, SENAF, SEND, MARF y sistema bursátil.  
 3.4. Los activos financieros de deuda pública.  
 3.5. Los sistemas de emisión en el mercado primario de Deuda pública.  
 3.6. Los activos financieros de renta fija privada.
- Tema 4: LOS ACTIVOS FINANCIEROS DE RENTA VARIABLE.
- 4.1. Los mercados de renta variable y los sistemas de contratación y negociación: El mercado continuo español: El mercado e contratación general, El Mercado de Fixing, El Latibex, BME Growth, El Mercado de ETFs.  
 4.2. Los tipos de propuestas u órdenes bursátiles.  
 4.3. Los índices bursátiles.  
 4.4. Las acciones: concepto, tipos y rentabilidad de las acciones.

La evaluación de la asignatura Instrumentos financieros se concreta de la siguiente manera, dando una ponderación del 50% de la nota final:

- Control (10%): Prueba de evaluación de los conocimientos del TEMA 1. ·
- Presentación de ejercicios y prácticas (50%): ·
  - Caso Grupal Tema 1 (15%): Excel/Bloomberg Carteras de valores. ·
  - Caso Grupal Temas 1 y 2 (15%): Caso Análisis Fondos de Inversión con Bloomberg. ·
  - Caso Grupal Tema 3 (7,5%): Análisis RF Bonos con Bloomberg. ·

- Caso Grupal Tema 3 (7,5%): Análisis RV Acciones con Bloomberg.
- Examen final (40%): consiste en un examen de preguntas teórico-prácticas y una serie de casos prácticos relacionados con el temario completo de la asignatura.

Los casos planteados a los estudiantes, en grupo o de forma individual, tienen como objetivo realizar documentos profesionales de análisis. Los contenidos de los casos son los siguientes:

### CASO 1: GESTIÓN DE CARTERAS DE VALORES CON EXCEL Y BLOOMBERG

Extraiga de BLOOMBERG los datos históricos correspondientes a los últimos 10 años de 3 empresas cotizadas y de su índice bursátil de referencia en el mercado de valores:

- Los datos a extraer son los DATOS MENSUALES del cierre de cotización cuyo campo en Excel de Bloomberg es PX\_LAST.
- El periodo histórico será desde el 31 de diciembre de 2011 a 31 de diciembre de 2021.

Con esta información calcule en el EXCEL lo siguiente, explicando los resultados:

1. Calcular tasas de variación mensuales de los valores y del índice bursátil:
2. Rentabilidad media mensual de los 3 valores y del índice bursátil.
3. Riesgo medio medido por la Varianza y Desviación Típica de los 3 valores y del índice bursátil.
4. Compare los valores y el índice según el Coeficiente de Variación de Pearson.
5. Covarianzas y coeficientes de correlación entre los títulos.
6. Calcule y compare la Rentabilidad de las siguientes 3 carteras de valores y el índice bursátil.

CARTERA DE VALORES	POND. TITULO 1	POND. TITULO 2	POND. TITULO 3
A	20%	30%	50%
B	30%	40%	30%
C	55%	30%	15%

1. Calcule el riesgo de las tres carteras de valores-
2. Compare las 3 carteras y el índice bursátil según el Coeficiente de Variación y jerarquice las carteras.
3. Calcule y compare la Beta de los títulos.
4. Calcule y compare el Alfa de los títulos.
5. Calcule y compare el Coeficiente  $R^2$  de los títulos.
6. Calcule y compare el riesgo de mercado y propio de los títulos.
7. Calcule y compare la Beta y Alfa de las carteras A, B y C y del índice bursátil.
8. Calcule y compare el riesgo de mercado y propio de las carteras.
9. Calcule y compare el Grado de diversificación de las carteras.
10. Calcule y compare la rentabilidad y riesgo de las siguientes carteras mixtas sabiendo que la rentabilidad (YLD) del activo sin riesgo es la del mercado de bonos a 10 años correspondiente al país objeto de análisis.

CARTERA MIXTA	PON. ACTIVO SIN RIESGO	POND. ACTIVO CON RIESGO
A	10%	90%
B	50%	50%
C	80%	20%
D	-50%	150%

## CASO 2: ANALISIS Y COMPARATIVA DE FONDOS DE INVERSIÓN

Busque 5 fondos de inversión de una misma categoría (seleccionada por usted o indicada por el profesor) en los terminales Bloomberg y responda a las siguientes cuestiones con la finalidad de compararlos y de asesorar a los clientes-inversores:

1. Identifique la categoría de los fondos, la denominación de los fondos y de la Sociedad Gestora.
2. Explique brevemente las políticas de inversión de cada uno de los fondos (asignación de activos, sectorial y regional).
3. ¿En qué activos financieros concretos invierte principalmente el fondo de inversión?
4. ¿Cuál es el valor liquidativo de los fondos de inversión? Compare gráficamente la evolución los valores liquidativos.
5. ¿Cuál es la inversión mínima a realizar en los Fondos de inversión?
6. Compare los fondos según Rentabilidad Anual de los fondos.
7. Compare los fondos según Rentabilidad a medio y largo plazo.
8. Compare la evolución de la rentabilidad de los fondos con su cartera de mercado o “benchmark”.
9. Compare la Volatilidad o riesgo de los fondos.
10. Compare las Alphas, Betas y  $R^2$  de los fondos.
11. Compare los fondos según el Índice de Sharpe, Treynor y Sortino.
12. Compare los fondos según el Alfa de Jensen, tracking error y la ratio información.
13. Explique y compare las comisiones aplicadas a los partícipes de los fondos de inversión.
14. Con base en toda la información recopilada y analizada asesore sobre el que considera el mejor fondo de inversión. Justifique la respuesta

### CASO 3: ANALISIS COMPARATIVO DE BONOS

Seleccione 5 activos de renta fija (bonos), públicos o corporativos, búsquelos en Bloomberg y responda a las siguientes cuestiones con la finalidad de compararlos y de asesorar a los clientes-inversores:

1. ¿Quién emite los bonos y en qué país y divisa?
2. ¿Qué rentabilidad proporcionan los bonos según cupón?
3. ¿Qué tipo de cupón abonan los bonos (fijo, variable...)?
4. ¿Qué solvencia/rating tiene el emisor del Bono?
5. ¿En qué año vencen los bonos?
6. ¿Cuál es el precio de cotización de los bonos?
7. ¿Qué rentabilidad proporcionan los bonos según precio hoy?
8. ¿Cuál es el valor nominal de los bonos?
9. ¿Quiénes son los principales bonistas?
10. ¿Qué método de amortización financiera se utiliza para cancelar la deuda?

### CASO 4: ANÁLISIS COMPARATIVO DE ACCIONES E ÍNDICES BURSÁTILES

Identifique 5 índices bursátiles de 5 países (incluya en uno de ellos a España) y 5 empresas mundiales de un mismo sector (automovilísticas, tecnológicas, utilities, empresas financieras, energéticas, farmacéuticas, biotecnológicas, consumo, consumo cíclico, industriales, inmobiliarias, etc.), búsquelos en Bloomberg y responda a las siguientes cuestiones realizando un pequeño informe propio comentando sus observaciones:

#### INDICES

1. Conozca e identifique brevemente los índices bursátiles.
2. Calcule la rentabilidad de los 5 índices bursátiles elegidos por usted en los últimos 20 años.
3. Compare gráficamente la evolución bursátil en los últimos 20 años de los índices bursátiles anteriores.
4. ¿Que observa en lo analizado en los puntos 1 y 2?
5. ACCIONES/EMPRESAS
6. Conozca e identifique brevemente el Sector y las 5 empresas del sector.

7. Calcule la rentabilidad a 5, 10 y 20 años de las 5 empresas del sector elegido
8. Compare gráficamente la evolución bursátil en los últimos 15 años.
9. Identifique los 5 principales accionistas de las 5 empresas elegidas.
10. Identifique los 5 valores que más suben y bajan de cada una de las bolsas seleccionadas en 2021 y en los últimos 5 y 10 años.
11. Identifique los 5 valores que más suben y bajan de cada una de las bolsas anteriormente seleccionada en 2021 y en los últimos 5, 10 y 20 años.

Para hacer la valoración se ha enviado un cuestionario, a través de Forms, a los estudiantes de esta asignatura con las siguientes preguntas:

1. Le parece interesante incorporar el uso de Bloomberg en la asignatura Instrumentos Financieros 1: NADA, 5: MUCHO
2. Donde le ha parecido mejor el uso de Bloomberg en el aula:
3. En las explicaciones teóricas de clase, pues sirve para ejemplificar los conceptos con información real.
4. En la realización de los casos prácticos, utilizando la herramienta Es importante en ambas situaciones.
5. ¿El uso de Bloomberg en la asignatura ha incrementado el interés en la asignatura? 1: NADA, 5: MUCHO
6. ¿El uso de Bloomberg en la asignatura ha mejorado el aprendizaje de la asignatura? 1: NADA, 5: MUCHO
7. ¿El uso de Bloomberg para los casos prácticos ha mejorado mis competencias profesionales en la Universidad? 1: NADA, 5: MUCHO
8. ¿Cree que conviene utilizar más Bloomberg en las diferentes asignaturas de los grados de la Universidad? 1: NADA, 5: MUCHO
9. ¿Son importantes las sesiones formativas en la Sala Bloomberg para un mejor aprovechamiento de la materia? 1: NADA, 5: MUCHO



10. Valorar la asimilación de conocimiento utilizando la formación mediante la Plataforma Bloomberg con respecto a la tradicional. 1: NADA, 5: MUCHO
11. ¿Recomendarías la formación en Bloomberg a tus compañeros? 1: NADA, 5: MUCHO
12. ¿Crees que la formación Bloomberg y los casos realizados (Carteras de Valores, fondos de inversión, renta fija y renta variable) te ayudarán en el futuro? 1: NADA, 5: MUCHO

La asignatura tiene un 60% de la evaluación vinculada a los Casos Bloomberg ¿Prefiere que buena parte de la nota este vinculada a casos prácticos con Bloomberg (60% o más) o prefiere que el Examen más ponderación del examen.

- a. Más ponderación casos Bloomberg
- b. Mantener situación actual (60% casos Bloomberg)
- c. Más ponderación para el examen

#### 4. RESULTADOS

Para conocer la percepción del alumno sobre la docencia recibida y el uso de la herramienta Bloomberg se ha realizado una encuesta a un total de 72 estudiantes de 2 grupos de la asignatura de Instrumentos Financieros en español, mediante un formulario realizado con Forms. La participación ha sido de 58 estudiantes lo que supone un 80 por ciento.

Las preguntas realizadas pueden agruparse en tres bloques de los que se proceder a incorporar los resultados obtenidos:

- Bloque 1: Percepción de la aplicación de Bloomberg en la asignatura de Instrumentos Financieros.
- Bloque 2: Posible aplicación de Bloomberg a otras asignaturas de los diferentes grados vinculados al ámbito económico.
- Bloque 3: Aportación de la formación con Bloomberg en la actividad profesional.

#### 4.1. BLOQUE 1: PERCEPCIÓN DE LA APLICACIÓN DE BLOOMBERG EN LA ASIGNATURA DE INSTRUMENTOS FINANCIEROS.

Dentro de este primer bloque se analizan por separado diferentes aspectos relacionados con la aplicación de Bloomberg a la asignatura de Instrumentos Financieros.

Un primer grupo de preguntas hacen referencia a aspectos como el interés por la asignatura o el aprendizaje (Bachiller y Bachiller, 2015). Así, los estudiantes valoran con una media de 4,69 sobre 5 puntos la incorporación de la plataforma Bloomberg como un elemento activo en la asignatura mencionada. En cuanto al interés por la asignatura la valoración es de 4,38. Además del interés por la asignatura se plantea la aportación para mejorar el aprendizaje de los diferentes contenidos de la asignatura, mostrando también una valoración por encima de 4 puntos (4,31/5). Estos resultados muestran que los alumnos perciben como un aspecto positivo la aplicación de la plataforma no solo aumentando su interés por la asignatura sino también su aprendizaje.

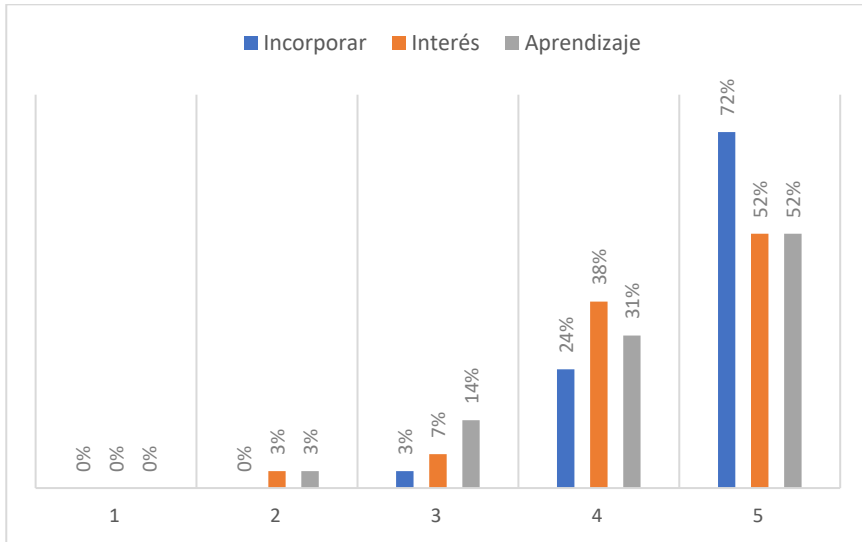
*TABLA 1. Aplicación de Bloomberg: interés y aprendizaje de la asignatura Instrumentos Financieros.*

	<b>Media</b>	<b>Desviación Típica</b>
Le parece interesante incorporar el uso de Bloomberg en la asignatura Instrumentos Financieros	4,69	0,73
El uso de Bloomberg en la asignatura ha incrementado el interés en la asignatura	4,38	0,76
El uso de Bloomberg en la asignatura ha mejorado el aprendizaje de la asignatura	4,31	0,83

Fuente: elaboración propia

Si se analizan las repuestas porcentualmente, destaca que a más del 70 por ciento de los encuestados les ha parecido muy interesante la incorporar el uso de la plataforma Bloomberg a la asignatura de Instrumentos Financieros. En la misma línea, aunque con un porcentaje menor (52 por ciento) valoran como muy elevada tanto la mejora en el aprendizaje como el incremento del interés por la asignatura logrado con esta plataforma. Mencionar que ninguno de los encuestados responde a estas preguntas con nada importante

**GRAFICO 1.** Aplicación de Bloomberg: interés y aprendizaje de la asignatura Instrumentos Financieros.



Fuente: elaboración propia.

Al preguntar a los alumnos por su valoración del uso de la plataforma en las actividades formativas más teóricas y en los casos prácticos, más del 65 por ciento manifiestan que su satisfacción tanto en la parte teórica como en la práctica, lo que pone de manifiesto que la aproximación a los datos reales también es un elemento a tener en cuenta en los contenidos más teóricos que sirven para que el estudiante logre asimilar los conceptos que luego llevara a la práctica en los diferentes casos que se plantean a los estudiantes como parte de su evaluación. Por su parte, el 27 por ciento destaca su aplicación solo en los casos prácticos y tan solo el 6,9 por ciento en las explicaciones teóricas.

**TABLA 2.** Aplicación de Bloomberg: valoración de su aplicación en las actividades formativas.

Donde le ha parecido mejor el uso de Bloomberg en el aula	
En la realización de los casos prácticos, utilizando la herramienta	27,59%
En las explicaciones teóricas de clase, pues sirve para ejemplificar los conceptos con información real	6,90%
Es importante en ambas situaciones	65,52%

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, entrando en el contenido de los casos que se realizan mediante la plataforma Bloomberg en la asignatura de Instrumentos Financieros se aprecia una elevada puntuación (Meza, 2020). En este apartado los casos mejor valorados son los de renta fija y renta variable (ambos con una nota de 4,59/5).

Los casos de carteras de valores, en los que se utiliza intensivamente el Excel con base en datos de Bloomberg recibe una valoración de 4,24. Por último, el caso de fondos de inversión, en el que ya se analizan estas carteras de valores sin que el alumno haga cálculos pues ya son suministrados por Bloomberg, es puntuado con un 4,14 sobre 5.

Por tanto, los casos de todos los contenidos presentan una valoración superior a 4 puntos con valores que oscilan entre los 4,14 y los 4,59 puntos.

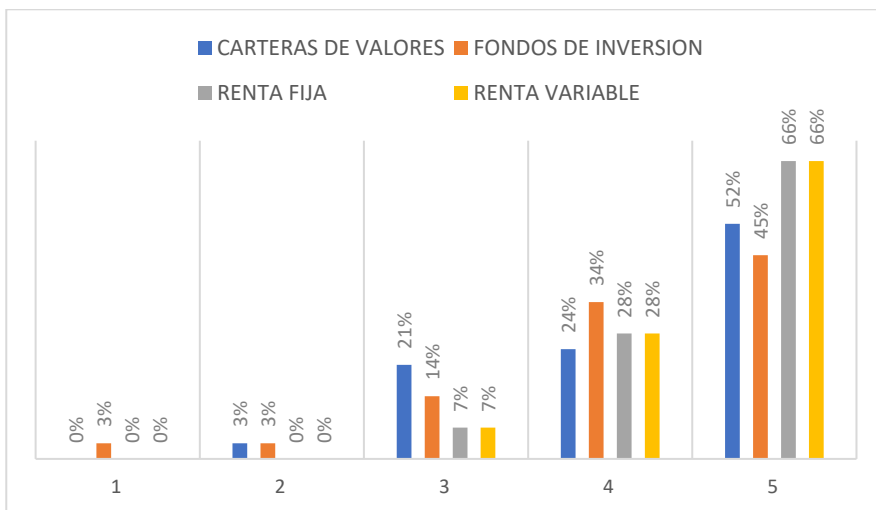
**TABLA 3.** *Aplicación de Bloomberg: valoración de los casos por contenidos.*

<b>Valore los siguientes casos que se realizan en la asignatura con Bloomberg y su formación vinculada:</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Típica</b>
Carteras de valores	4,24	0,90
Fondos de inversión	4,14	1,01
Renta fija	4,59	0,62
Renta variable	4,59	0,62

Fuente: elaboración propia

Si se analizan las respuestas por nivel de importancia asignado al contenido de los casos destaca que el 66 por ciento de los encuestados valoran como muy bien la aplicación de los casos a renta fija y renta variable, mientras que esta valoración es del 52 por ciento para los casos de carteras y del 45 por ciento para los de fondos de inversión. No obstante, si se consideran conjuntamente las valoraciones de muy bien y bien (puntuaciones 4 y 5), en todos los contenidos coinciden más del 75 por ciento de los encuestados, llegando en renta fija y renta variable al 94 por ciento.

**GRÁFICO 2.** Aplicación de Bloomberg: valoración de los casos por contenidos



Fuente: elaboración propia

El último de los aspectos analizados en este bloque se refiere a la evaluación final de la asignatura de Instrumentos Financieros (Hernández et al, 2017). El sistema actual aplicado a los estudiantes incluye:

- La presentación de casos vinculados a: carteras, fondos, renta fija y renta variable, que supone un 60 por ciento de la nota final.
- Un examen final de tipo test, que tiene un peso del 40 por ciento sobre la nota final.

En cuanto a la valoración de los estudiantes a un poco más del 50 por ciento están conformes con la ponderación actual en la que los casos prácticos tienen un peso del 60 por ciento.

**TABLA 4.** Aplicación de Bloomberg: aportación a la evaluación final.

La asignatura tiene un 60% de la evaluación vinculada a los Casos Bloomberg ¿Prefiere que buena parte de la nota este vinculada a casos prácticos con Bloomberg (60% o más) o prefiere que el Examen más ponderación del examen. (en %)	
Mantener situación actual (60% casos Bloomberg)	51,72%
Modificar la ponderación.	48,28%
Más ponderación casos Bloomberg	85,71%
Más ponderación para el examen	14,29%

Entre los alumnos optan por una modificación de la ponderación, el casi el 86 por ciento prefiere un incremento del valor de los caos realizados utilizando la plataforma Bloomberg, frente al 14 por ciento que prefieren un mayor peso del examen final.

#### 4.2. BLOQUE 2: POSIBLE APLICACIÓN DE BLOOMBERG A OTRAS ASIGNATURAS DE LOS DIFERENTES GRADOS VINCULADOS AL ÁMBITO ECONÓMICO.

En este segundo bloque se analiza la percepción de los estudiantes sobre la posible aplicación de la plataforma Bloomberg a distintas asignaturas de los grados de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales (Velasco, 2018). La valoración a la conveniencia de este aspecto es de 4,34 puntos sobre 5. Además, los alumnos se encuentran muy satisfechos con la asimilación de conocimientos utilizando Bloomberg en lugar de utilizar la formación tradicional que se basa en casos ficticios y en uso de casi exclusivo de papel y calculadora (Salas, 2010). Este aspecto se refuerza con la pregunta sobre la importancia de realizar sesiones formativas en la Sala Bloomberg con la que cuenta la Universidad. De nuevo, la valoración es muy elevada (4,52/5). Este aspecto pone en valor las sesiones formativas en las que los estudiantes utilizan directamente los terminales de Bloomberg, ofreciendo un valor añadido sobre la docencia tradicional realizada en las aulas convencionales.

**TABLA 5.** *Aplicación de Bloomberg a otras asignaturas.*

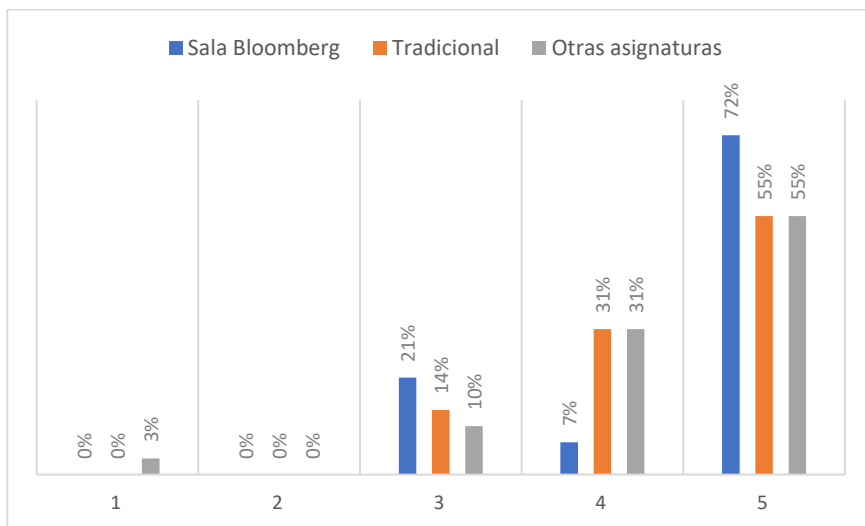
	Media	DT
Cree que conviene utilizar más Bloomberg en las diferentes asignaturas de los grados de la Universidad	4,34	0,92
Valorar la asimilación de conocimiento utilizando la formación mediante la Plataforma Bloomberg con respecto a la tradicional.	4,41	0,72
Son importantes las sesiones formativas en la Sala Bloomberg para un mejor aprovechamiento de la materia	4,52	0,81

Fuente: elaboración propia

Al analizar estos aspectos en función del porcentaje de encuestados por valor asignado se observa que el 72 por ciento de las respuestas consideran como muy importante la utilización de la sala Bloomberg. Estos porcentajes bajan hasta el 52 por ciento en el caso de utilizar esta plataforma en otras asignaturas o en la asimilación de conocimientos con

respecto a la enseñanza tradicional. Si se computan conjuntamente los encuestados con valoraciones de importante y muy importante (valores 4 y 5), los tres aspectos analizados se sitúan cerca del 80 por ciento.

**GRAFICO 4.** Aplicación de Bloomberg a otras asignaturas.



Fuente: elaboración propia

#### 4.3. BLOQUE 3: APORTACIÓN DE LA FORMACIÓN CON BLOOMBERG EN LA ACTIVIDAD PROFESIONAL.

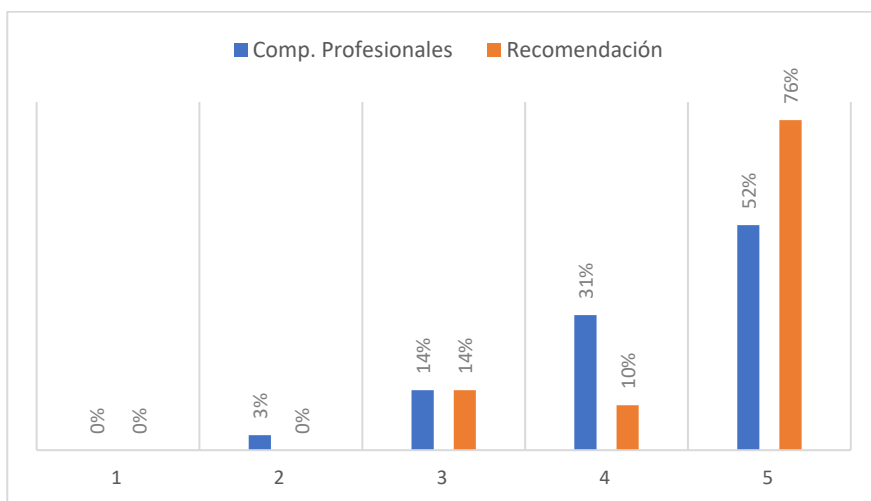
El tercer y último bloque del cuestionario se refiere a la aportación de la formación recibida con la plataforma para el futuro profesional de los estudiantes (Hernández, 2015). La valoración media con respecto a la percepción de mejora en las competencias profesionales es de 4,62 puntos sobre 5 (Manjón y López, 2008). En la misma línea se muestra la recomendación de la formación en Bloomberg para los compañeros de los estudiantes encuestados.

**TABLA 6.** Aportación de la formación con Bloomberg en la actividad profesional.

	Media	DT
El uso de Bloomberg para los casos prácticos ha mejorado mis competencias profesionales en la Universidad	4,62	0,67
Recomendarías la formación en Bloomberg a tus compañeros	4,62	0,72

El análisis en función del porcentaje de encuestados por valor asignado muestra que el 52 por ciento de las respuestas indican como muy alta la aportación de esta formación para las competencias futuras en el ámbito profesional. Si se le añaden los que valoran esta aportación como alta el porcentaje se eleva al 83 por ciento. Por último, el 76 por ciento de los alumnos valoran como muy alta la recomendación de este tipo de formación para sus compañeros.

**GRÁFICO 5.** *Aportación de la formación con Bloomberg en la actividad profesional.*



Fuente: elaboración propia

## 5. DISCUSIÓN

Esta encuesta que se realiza tiene también la importante finalidad de resolver el debate que genera ponderar en mayor o menor medida la evaluación tradicional a través del examen individual, en concreto, en esta asignatura se ha ido reduciendo el peso del examen final intensificando la realización de casos de análisis profesionales con su “feedback” continuo durante la realización de los mismos.



## 6. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas de la encuesta realizada a los estudiantes que han cursado la asignatura de Instrumentos Financieros con la plataforma Bloomberg son los siguientes:

A) Con respecto a la formación en la asignatura de Instrumentos Financieros:

- Los alumnos perciben como un aspecto positivo la aplicación de la plataforma no solo aumentando su interés por la asignatura sino también su aprendizaje.
- Los alumnos valoran como muy positiva el uso de la plataforma tanto en las actividades formativas más teóricas como en los casos prácticos, lo que pone de manifiesto que la aproximación a los datos reales también es un elemento a tener en cuenta en los contenidos más teóricos que sirven para que el estudiante logre asimilar los conceptos que luego llevara a la práctica en los diferentes casos que se plantean a los estudiantes como parte de su evaluación.
- Al analizar los casos por contenidos, la aportación de la plataforma es valorada mejor en los casos de renta fija y renta variable, por lo que es importante buscar formulas para mejorar la formación en carteras de valores y fondos de inversión.
- En cuanto a la valoración de los estudiantes entre los alumnos optan por una modificación de la ponderación de la asignatura, casi el 86 por ciento prefiere un incremento del valor de los casos realizados utilizando la plataforma Bloomberg.

B) Aplicación a otras asignaturas.

- Los estudiantes ven como muy positiva la aplicación del aprendizaje mediante la plataforma Bloomberg a otras asignaturas.
- Los alumnos se encuentran muy satisfechos con la asimilación de conocimientos utilizando Bloomberg en lugar de utilizar la

formación tradicional que se basa en casos ficticios y en uso de casi exclusivo de papel y calculadora.

- Destacan la importancia de realizar sesiones formativas en la Sala Bloomberg con la que cuenta la Universidad, en la que los estudiantes utilizan directamente los terminales de Bloomberg, ofreciendo un valor añadido sobre la docencia tradicional realizada en las aulas convencionales.

### C) Competencias profesionales.

- El 83 por ciento de los estudiantes valoran como alta o muy alta la aportación de la formación con Bloomberg a las competencias futuras en el ámbito profesional.
- La recomendación de este tipo de formación para sus compañeros recibe una nota media de 4,63 sobre 5 puntos.

## 8. REFERENCIAS

- Bachiller, P., & Bachiller, A. (2015). Una experiencia docente en los estudios de Administración y Dirección de Empresas: análisis empírico con estudiantes de Finanzas. *innovar*, 25(55), 185-194.
- Hernández, A. F. P., Sánchez, C. J. M., Arellano, P. P., & Whizar, H. M. Y. (2017). Los criterios de evaluación del aprendizaje en la Educación Superior. *Perspectivas docentes*, 28(63), 60-68.
- Hernández, M. T. B. (2015). La importancia de la educación financiera y su influencia en los futuros estudiantes de Administración y Dirección de Empresas. *Anuario jurídico y económico escurialense*, (48), 381-400.
- Iturrioz del Campo, J., Lorenzo, M., Isabel, C., y Medina Castaño, A. (2020). La transparencia sobre Responsabilidad Social Corporativa y su implicación con el comportamiento económico-financiero: efectos en las empresas de Economía Social. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, N. 132, pp. 122-143.
- Jiménez, V. (2010). Reuters y Bloomberg, una pareja de cuidado: Controlan el 67% de las noticias financieras y ambas esperan que éstas "produzcan movimientos". *Consejeros: la revista del buen gobierno y la responsabilidad corporativa*, (50), 46-49.

- Lei, A. y Li, H. (2012). Using Bloomberg Terminals in a Security Analysis and Portfolio Management Course. *Journal of Economics and Finance Education*, 11 (2), 17-33.
- Manjón, J. V. G., & López, M. D. C. P. (2008). Espacio Europeo de Educación Superior: competencias profesionales y empleabilidad. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46(9), 4.
- Meza, A. A. M. Q. (2020). Aplicación de Bloomberg en el proceso de aprendizaje de los cursos de Contabilidad, Finanzas e Inversiones. *Contabilidad y Negocios*, 15(29), 72-91.
- Quintana Meza, A. A. M. (2020). Aplicación de Bloomberg en el proceso de aprendizaje de los cursos de Contabilidad, Finanzas e Inversiones. *Contabilidad y Negocios*, 15(29), 72-91.
- Salas, M. I. T. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista electrónica educare*, 14(1), 131-142.
- Sánchez-Rivera, L., Yañez-Flores, S. M., y Espericueta-Medina, M. (2015). Inserción Laboral: Desarrollo Profesional y Flexibilidad Curricular. *Revista Administracion & Finanzas*, marzo 2015 Vol.2 N.2 180-192.
- Tan, X., y Tuluca, S. A. (2017). Supply Chain, Financial Management and Bloomberg Terminals. *Journal of Insurance and Financial Management*, 3(4), 66-78.
- Tovar, C., y Zenozaín, L. M. L. (2015). Bloomberg: El poder de la información financiera. *Revista Lidera*, (10), 94-96.
- Velasco, P. (2018). Aprendizaje colaborativo en el EEES: Una panorámica del perfil de los grupos exitosos en una asignatura de finanzas de empresa. In Avances en democracia y liderazgo distribuido en educación. *Actas del II Congreso internacional de liderazgo y mejora de la educación*. Red de Investigación sobre Liderazgo y Mejora de la Educación (RILME).

## AUTOEVALUACIÓN Y COEVALUACIÓN DESDE LA PERSPECTIVA DEL ESTUDIANTE

---

AZUCENA PENELAS-LEGUÍA  
*Universidad de Alcalá*

PEDRO CUESTA-VALIÑO  
*Universidad de Alcalá*

JOSÉ MARÍA LÓPEZ-SANZ  
*Universidad de Alcalá*

ESTELA NÚÑEZ-BARRIOPEDRO  
*Universidad de Alcalá*

### 1. INTRODUCCIÓN

Los métodos de evaluación y sus consecuencias académicas tienen un gran interés en la literatura científica, especialmente desde la perspectiva la participación del alumnado universitario en dichos procesos (Muñoz-Cantero et al, 2013). En los últimos años, la participación del alumnado universitario en la evaluación está suscitando mucho interés en la literatura educativa. Es sabido, que en todo proceso de enseñanza-aprendizaje, la evaluación es uno de los procesos más complejos en el ámbito académico (Caba, 2022). En el enfoque educativo tradicional, la evaluación se limitaba a la heteroevaluación, donde el profesor es quien diseña, planifica y ejecuta la evaluación mientras que el alumno sólo responde a lo que se le requiere (Peña et al (2018). Sin embargo, la evaluación es un proceso activo de aprendizaje, donde la autoevaluación y la coevaluación deben ser prácticas pedagógicas que vayan abriéndose camino en todos los niveles (Basurto-Mendoza et al, 2021), utilizando modelos de evaluación en los que el estudiante toma protagonismo (Ortega y Sánchez, 2015). Es el momento de llevar a cabo cambios en el método de evaluación, especialmente en la educación universitaria combinando

métodos de evaluación tradicional, con otras modalidades más participativas y democráticas (Alain et al, 2020).

Uno de estos modelos de evaluación más participativa es la denominada autoevaluación. Está requiere de un grado de interacción entre docente y alumnado más activo lo que permite lograr mejores resultados en sus aprendizajes (Andrade et al., 2008). Para Caba (2022) la autoevaluación es un proceso mediante el cual los estudiantes participan en la verificación de su aprendizaje, asignándoles el rol protagonista y activo en todos los momentos del proceso (Hidalgo, 2020) y permitiendo al alumnado valorar lo aprendido y plantear procesos de mejora para alcanzar sus objetivos de aprendizaje (Zubillaga-Olague y Cañadas, 2021).

De otro lado, la coevaluación permite la evaluación conjunta y colaborativa de los estudiantes (Carrizosa & Gallardo, 2012), siendo el sistema de evaluación más desconocido y que puede producir desconfianza entre el profesorado universitario como ya indicaban Rodríguez-Gómez et al, 2012 ya que la responsabilidad es compartida entre alumno y profesor, (Gómez & Quesada, 2017). Con este proceso, el alumno participa en el diseño de la evaluación y potencia la implicación y la participación (Chica, 2011), asumiendo a la vez el rol de evaluador y evaluado (Cañadas, 2022). El trabajo en grupo o equipo requiere de una serie de capacidades esenciales como proponer ideas y aceptar las de otros, colaborar, adaptarse, etc.

Es necesario utilizar procesos que favorezcan una participación activa del alumnado y una metodología que incorpore herramientas de heteroevaluación, autoevaluación y coevaluación (Chica, 2011), ya que el uso de estos tres tipos de evaluación puede resultar complementarias para realizar una evaluación lo más precisa posible (Galindo-Domínguez, 2021). También es necesario que los alumnos conozcan este tipo de evaluaciones, ya que la autoevaluación y la coevaluación son desconocidas por gran parte del alumnado universitario (Ponce-Aguilar y Marcillo-García 2020), siendo dos métodos de evaluación donde los alumnos alcanzaron un mayor incremento en la adquisición de conocimientos (Penichet-Tomás et al 2021).

## 2. OBJETIVOS

El objetivo de esta investigación es conocer el grado de satisfacción con la utilización de estas metodologías, concretamente la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación. Para ello, se ha realizado un estudio durante el curso 2022-2023 con los grupos de alumnos que han cursado las prácticas de la asignatura de Marketing Estrategias de los grados ADE (Administración y Dirección de empresas) y DADE (Doble Grado en Derecho y Administración y Dirección de Empresas) de la Universidad de Alcalá. Para la evaluación de las prácticas de la asignatura de estos alumnos se utilizó no sólo la heteroevaluación a la que están acostumbrados, sino también la autoevaluación y coevaluación, metodologías escasamente empleadas con este alumnado en este tipo de estudios. Estos alumnos han formado parte de la experiencia de autoevaluarse y coevaluar a sus compañeros en las actividades prácticas que realizan en grupos. Se quiere comprobar si el empleo de estas metodologías de evaluación, la autoevaluación y la coevaluación, junto a la heteroevaluación, mejoran desde la perspectiva del alumno la valoración final de su trabajo. Se espera que la utilización de estas formas de evaluación, contribuyan a la mejora de la calidad docente no solo en la evaluación del alumno, sino también con la adquisición de competencias por parte de los estudiantes en su proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Marketing Estrategias.

Para ello, con esta investigación se pretende mejorar las fórmulas de evaluación del alumno no basado únicamente en el docente, sino contando con la participación del alumnado universitario. Se analizará en particular:

- Si el alumno se siente familiarizado con las diferentes terminologías de evaluación.
- La adecuación de la autoevaluación y la coevaluación en la valoración de las actividades de prácticas de la asignatura.
- El empleo de estos métodos de evaluación como fórmula habitual a lo largo de su formación.

- Si el alumno se siente capacitado para implicarse con estas formas de evaluación.
- Si el alumno estima que sus compañeros están capacitados para implicarse con estas formas de evaluación
- El impacto sobre el rendimiento en las actividades evaluadas.
- Si consideran que estas actividades de evaluación mejoran sus capacidades.

Este tipo de actividades claramente ayudan a los estudiantes a desarrollar las competencias necesarias para seguir avanzando en el desarrollo de sus competencias. Pero también los profesores deben desarrollar nuevas competencias para adaptarse a los cambios del entorno y realizar las nuevas funciones que el mundo educativo y la sociedad demanda de ellos (Nuñez, Cuesta y Penelas 2016).

### 3. METODOLOGÍA

La investigación sobre el conocimiento y la satisfacción del alumnado con las metodologías de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación fue realizada a través de una encuesta empleando la herramienta Google Forms. Previamente, los alumnos ya habían sido informados sobre las diversas metodologías de evaluación, y habían realizado su autoevaluación y coevaluación a sus compañeros en la práctica de la asignatura objeto de estudio. La población objetivo son 114 alumnos de la asignatura Marketing Estrategias de los grados de ADE y DADE de la UAH. El total de respuestas válidas fue de 103. Esta tasa de respuesta supone, para un intervalo de confianza del 95,5% y para  $p=q=0.5$ , un error de muestreo de  $\pm 3,1\%$ . Los resultados se recogieron entre el 13 de diciembre de 2022 y el 20 de enero 2023. Los datos se han analizado a través de los programas SPSS y DYANE (2009).

Todos los alumnos encuestados habían cursado la asignatura de Marketing Estrategias. Sin embargo, no todos los grados tienen esta asignatura en el mismo curso, ya que en ADE se imparte en 3º y los de DADE en 5º.

Los métodos de evaluación analizados se implantaron experimentalmente en una de las prácticas de esta asignatura, la Simulación empresarial en Marketing. En esta práctica los alumnos forman grupos simulando empresas y durante seis semanas han de tomar decisiones conjuntas para la empresa en el ámbito comercial. Estas características convertirían a esta práctica en un campo idóneo para comprobar la efectividad de nuevos métodos de evaluación, donde se incorpore no solo la heteroevaluación, sino también la coevaluación y autoevaluación por parte del alumno. Previamente, los alumnos habían sido informados sobre las características de la coevaluación y autoevaluación en las diversas actividades prácticas que se realizan en esta asignatura.

#### 4. RESULTADOS

La tabla 1, muestra los resultados obtenidos mediante el cálculo de la media de los valores obtenidos. Para ello, se ha preguntado sobre el grado de acuerdo con las afirmaciones que se han diseñado respecto al conocimiento y satisfacción con las metodologías de evaluación. La escala utilizada es de 1 a 5 (donde 1=completo desacuerdo y 5=completo acuerdo).

**TABLA 1.** *Conocimiento y satisfacción con las metodologías de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación*

	Denominación	Nº Casos	Media aritmética	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
1	Estoy familiarizado con el término autoevaluación.	103	4,3	1,05	5,00	1,00
2	Estoy familiarizado con el término coevaluación.	103	3,9	1,23	5,00	1,00
3	Estoy familiarizado con el término heteroevaluación.	103	2,7	1,41	5,00	1,00
4	En la mayor parte de las asignaturas del grado se utiliza la autoevaluación.	103	2,4	1,31	5,00	1,00
5	En la mayor parte de las asignaturas del grado se utiliza la coevaluación.	103	2,2	1,16	5,00	1,00
6	Considero justo utilizar auto y/o coevaluación como una parte de la	103	3,9	1,21	5,00	1,00



	calificación final para valorar las prácticas realizadas en grupo.					
7	La autoevaluación y/o coevaluación fomenta el interés en la participación de los alumnos.	103	3,9	1,14	5,00	1,00
8	Estas formas de evaluación fomentan la competitividad entre los miembros del grupo.	103	3,4	1,26	5,00	1,00
9	No me gusta valorar a mis compañeros.	103	2,4	1,17	5,00	1,00
10	Me siento capacitado para autoevaluarme.	103	4,2	1,01	5,00	1,00
11	Me siento capacitado para evaluar a mis compañeros.	103	4,1	1,07	5,00	1,00
12	Considero que mis compañeros están capacitados para evaluarme.	103	3,8	1,12	5,00	1,00
13	La autoevaluación y coevaluación ofrecen al profesor un indicador adicional para una valoración final más fiable.	103	3,8	1,24	5,00	1,00
14	Hubiera preferido que sólo el docente estableciera la calificación sin preguntarnos.	103	2,5	1,23	5,00	1,00
15	Considero apropiado participar en el proceso de mi propia evaluación.	103	4,0	1,03	5,00	1,00
16	Considero apropiado participar en el proceso de evaluación de mis compañeros.	103	3,7	1,05	5,00	1,00
17	La autoevaluación nos ayuda a ser críticos con uno mismo.	103	4,1	1,12	5,00	1,00
18	La coevaluación nos ayuda a ser críticos con los demás.	103	4,1	1,06	5,00	1,00
19	La autoevaluación, la coevaluación y heteroevaluación deben formar parte del proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno.	103	3,7	1,10	5,00	1,00
20	La autoevaluación y la coevaluación me han ayudado a implicarme más en	103	3,4	1,12	5,00	1,00

	las prácticas de la asignatura.					
21	La autoevaluación y la coevaluación fomentan la buena coordinación entre los miembros del equipo.	103	3,6	1,20	5,00	1,00
22	Me gustaría que pidieran mi opinión como parte de la evaluación los docentes de todas las asignaturas.	103	3,8	1,16	5,00	1,00
23	Creo que no es del todo justo que nos evaluemos los unos a los otros.	103	2,5	1,29	5,00	1,00

Fuente: elaboración propia

Es interesante comprobar que existe un conocimiento dispar de estas terminologías de evaluación, muy alta en el caso de la autoevaluación (4,3) y la coevaluación (3,9). Sin embargo, es sensiblemente menor con la heteroevaluación (2,7).

También es alto el grado de acuerdo con el uso de la autoevaluación y coevaluación. Consideran justo utilizarlas en la valoración de las prácticas en grupos (3,9), y ofrecen al profesor una información adicional para la una evaluación final más fiable (3,8).

Respecto a las implicaciones sobre la actividad evaluada, están de acuerdo con que la autoevaluación y/o coevaluación fomentan el interés en la participación de los alumnos (3,9), y la buena coordinación entre los miembros del equipo (3,6). Sin embargo, el grado de acuerdo va disminuyendo respecto a que ayudan a una mayor implicación en las prácticas de la asignatura (3,4) o que estas formas de evaluación fomentan la competitividad entre los miembros, del grupo (3,4).

Es destacable que en la evaluación de los alumnos de estos grados es muy bajo el empleo de la autoevaluación y coevaluación. Así lo indican las valoraciones obtenidas al preguntar sobre su utilización en otras asignaturas del grado, tanto en la autoevaluación (2,4) como en la coevaluación (2,2). Y ello a pesar de que el alumno revela que le gustaría que los docentes le pidieran su opinión como parte de la evaluación de todas las asignaturas (3,8) y no lo están con que sólo el docente estableciera la calificación sin consultar al alumno (2,5).

Es reseñable el alto grado de capacitación que personalmente sienten para realizar estas actividades (4,2 en autoevaluación y 4,1 en coevaluación) y solo algo menor en el caso de la capacitación de los compañeros (3,8). Por ello consideran apropiado participar en su propia evaluación (4,0) y en la de sus compañeros (3,7), estando en desacuerdo con que no quieran valorar a sus compañeros (2,4), o que no sea justo valorarse los unos a los otros (2.5).

Finalmente, como parte de la formación en las competencias del alumno, entienden que estas metodologías deben formar parte de su proceso de enseñanza aprendizaje (3,7). Así mismo, consideran que la autoevaluación ayuda a ser críticos con uno mismo (4.1) y a coevaluación ayuda a ser críticos con los demás (4,1).

Dado que la asignatura se imparte en dos grados diferentes, ADE (Administración y Dirección de Empresas) y DADE (Doble grado ADE y Derecho) el análisis se ha realizado también por titulación, (tabla 2) para comprobar si existen diferencias significativas entre ellos. Para ello se ha calculado la F de Snedecor.

**TABLA 2.** Tabulación cruzada valores medios por Grados.

	Denominación	Total muestra	Grado matriculación categorizada		F de Snedecor
			ADE	DADE	
1	Estoy familiarizado con el término autoevaluación.	4,3 n = 103	4,3 n = 81	4,2 n = 22	F(1,101) = 0,4130 p = 0,5240
2	Estoy familiarizado con el término coevaluación.	3,9 n = 103	4,0 n = 81	3,5 n = 22	F(1,101) = 3,0043 p = 0,0877
3	Estoy familiarizado con el término heteroevaluación.	2,7 n = 103	2,9 n = 81	2,3 n = 22	F(1,101) = 2,4760 p = 0,1206
4	En la mayor parte de las asignaturas del grado se utiliza la autoevaluación.	2,4 n = 103	2,5 n = 81	2,3 n = 22	F(1,101) = 0,4837 p = 0,4905
5	En la mayor parte de las asignaturas del grado se utiliza la coevaluación.	2,2 n = 103	2,3 n = 81	2,0 n = 22	F(1,101) = 0,7233 p = 0,3994
6	Considero justo utilizar auto y/o coevaluación como una parte de la	3,9 n = 103	4,0 n = 81	3,5 n = 22	F(1,101) = 3,2591 p = 0,0755

	calificación final para valorar las prácticas realizadas en grupo.				
7	La autoevaluación y/o coevaluación fomenta el interés en la participación de los alumnos.	3,9 n = 103	4,0 n = 81	3,7 n = 22	$F(1,101) = 0,9523$ $p = 0,3339$
8	Estas formas de evaluación fomentan la competitividad entre los miembros del grupo.	3,4 n = 103	3,4 n = 81	3,2 n = 22	$F(1,101) = 0,6709$ $p = 0,4170$
9	No me gusta valorar a mis compañeros.	2,5 n = 103	2,4 n = 81	2,6 n = 22	$F(1,101) = 0,2653$ $p = 0,6095$
10	Me siento capacitado para autoevaluarme.	4,2 n = 103	4,2 n = 81	4,1 n = 22	$F(1,101) = 0,3456$ $p = 0,5599$
11	Me siento capacitado para evaluar a mis compañeros.	4,1 n = 103	4,2 n = 81	3,5 n = 22	$F(1,101) = 10,2998$ $p = 0,0019$
12	Considero que mis compañeros están capacitados para evaluarme.	3,7 n = 103	3,8 n = 81	3,3 n = 22	$F(1,101) = 3,8396$ $p = 0,0540$
13	La autoevaluación y coevaluación ofrecen al profesor un indicador adicional para una valoración final más fiable.	3,8 n = 103	3,9 n = 81	3,4 n = 22	$F(1,101) = 2,3376$ $p = 0,1313$
14	Hubiera preferido que sólo el docente estableciera la calificación sin preguntarnos.	2,6 n = 103	2,5 n = 81	2,9 n = 22	$F(1,101) = 1,4609$ $p = 0,2319$
15	Considero apropiado participar en el proceso de mi propia evaluación.	4,0 n = 103	4,1 n = 81	3,7 n = 22	$F(1,101) = 3,2294$ $p = 0,0768$
16	Considero apropiado participar en el proceso de evaluación de mis compañeros.	3,7 n = 103	3,9 n = 81	3,2 n = 22	$F(1,101) = 6,4255$ $p = 0,0132$
17	La autoevaluación nos ayuda a ser críticos con uno mismo.	4,1 n = 103	4,2 n = 81	3,6 n = 22	$F(1,101) = 4,8725$ $p = 0,0304$
18	La coevaluación nos ayuda a ser críticos con los demás.	4,1 n = 103	4,2 n = 81	3,5 n = 22	$F(1,101) = 9,7652$ $p = 0,0024$
19	La autoevaluación, la coevaluación y heteroevaluación deben formar parte del proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno.	3,7 n = 103	3,8 n = 81	3,3 n = 22	$F(1,101) = 4,2583$ $p = 0,0427$
20	La autoevaluación y la coevaluación me han ayudado a implicarme más en	3,4 n = 103	3,5 n = 81	3,1 n = 22	$F(1,101) = 2,2502$ $p = 0,1387$

	las prácticas de la asignatura.				
21	La autoevaluación y la coevaluación fomentan la buena coordinación entre los miembros del equipo.	3,6 n = 103	3,7 n = 81	3,3 n = 22	F(1,101) = 2,3712 p = 0,1286
22	Me gustaría que pidieran mi opinión como parte de la evaluación los docentes de todas las asignaturas.	3,7 n = 103	3,8 n = 81	3,5 n = 22	F(1,101) = 1,7704 p = 0,1885
23	Creo que no es del todo justo que nos evaluemos los unos a los otros.	2,5 n = 103	2,5 n = 81	2,6 n = 22	F(1,101) = 0,1729 p = 0,6800

Fuente: elaboración propia

Como puede observarse, en general los valores medios son algo más bajos en el grupo de DADE respecto al de ADE. Son significativas estadísticamente estas diferencias a un nivel del 1 por 100 ( $p < 0.01$ ) en las afirmaciones “Me siento capacitado para evaluar a mis compañeros” y “La coevaluación nos ayuda a ser críticos con los demás” y al nivel del 5 por 100 ( $p < 0.05$ ) “Considero apropiado participar en el proceso de evaluación de mis compañeros”, “La autoevaluación nos ayuda a ser críticos con uno mismo, y “La autoevaluación, la coevaluación y heteroevaluación deben formar parte del proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno”. Por lo tanto, puede observarse que en algunos ítems, los alumnos de DADE muestran en el estudio un grado algo inferior de satisfacción con la aplicación de estas metodologías en la evaluación de sus prácticas.

## 5. DISCUSIÓN

En la actualidad se hace necesario modificar las técnicas de evaluación en las aulas. La técnica tradicional, la heteroevaluación, en la que únicamente el docente se encargaba de la misma, debe complementarse con técnicas como la autoevaluación y la coevaluación. Estas suponen una participación más activa del alumnado, que se siente más integrado en la evaluación de ellos mismos y de sus compañeros. Pero estas técnicas también tienen el inconveniente de que son bastante desconocidas tanto por los docentes como por los alumnos y, en ocasiones, causan reticencia a ambos grupos por su carácter democratizador. Es por este motivo

por el que surge la pregunta de la necesidad de instruir a ambos grupos en el conocimiento y práctica de metodologías como la autoevaluación y coevaluación.

## 6. CONCLUSIONES

Con este trabajo, se desarrolla un aprendizaje por competencias de una manera constructiva, reflexiva, crítica y colaborativa en el proceso de enseñanza aprendizaje a partir de la metodología de evaluación. Las metodologías analizadas incorporan la autoevaluación y coevaluación junto a la más utilizada tradicionalmente, la heteroevaluación.

Para ello, en el presente estudio se analizó, de un lado, la familiaridad de los alumnos con las terminologías utilizadas. De otro, interesa conocer el grado de satisfacción de los mismos, con el uso de estas nuevas metodologías no aplicadas habitualmente en la evaluación de los alumnos universitarios analizados: la autoevaluación y la coevaluación. Los resultados demostraron que existe un alto grado de conocimiento por parte del alumnado del término autoevaluación, siendo menor en el término de coevaluación y más desconocido el de heteroevaluación. También indican que los alumnos se encuentran, en general, muy satisfechos con su aplicación, ya que consideran fomenta el interés en la participación de los alumnos en las prácticas, y consideran apropiado participar en su propia evaluación y en la de sus compañeros. Del mismo modo, opinan que estas metodologías deberían formar parte de su proceso de aprendizaje, fomentando la crítica con uno mismo y con los demás. Estos resultados son especialmente satisfactorios para el grado de ADE, aunque en conjunto lo son para ambos grados.

Con la aplicación de estas metodologías, los estudiantes desarrollan las competencias reflexivas y críticas necesarias para su formación y su desarrollo profesional, siendo protagonista el alumno de su propio aprendizaje y evaluación.

Estas formas de evaluación fomentan el sentimiento de justicia en el proceso de evaluación, el interés, la competitividad entre los miembros del grupo, ayuda a ser críticos con uno mismo y con los demás

estudiantes. Además de ofrecer al profesor más indicadores para la valoración final.

El presente trabajo contribuye al conocimiento de que la autoevaluación, la coevaluación y heteroevaluación deben formar parte del proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno. Sin embargo, es una práctica poco habitual en otras asignaturas, por lo que la difusión de esta innovación docente puede extenderse a otras disciplinas.

Por lo tanto, debería analizarse la conveniencia de utilizar estas técnicas de evaluación, escasamente utilizadas en la educación superior, ya que los beneficios que reportan son grandes y sirven para incrementar la satisfacción de los alumnos con el grado universitario.

## 7. REFERENCIAS

- Alain, L., Gallego, J.L., Navarro, A. y Rodríguez, A. (2020). Evaluation for teachers and students in higher education. *Sustainability*, 12, 4078. <https://doi.org/10.3390/su12104078>
- Andrade, H. L., Du, Y., & Wang, X. (2008). Putting rubrics to the test: The effect of a model, criteria generation, and rubric-referenced self-assessment on elementary school students' writing. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 27(2), 3–13.
- Basurto-Mendoza, S.T.; Moreira, J.A.; Narcisa, A. and Rodríguez, M. (2021). Autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación como enfoque innovador en la práctica pedagógica y su efecto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Polo de Conocimiento*, 6(3), 828-845. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i3.2408>
- Caba, G.M. (2022). Percepción de los estudiantes universitarios ante una estrategia de autoevaluación. *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, 20(39), 177-187. <http://dx.doi.org/10.29197/cpu.v20i39.495>
- Cañadas, L. (2022). Procesos de Auto-evaluación y Co-evaluación en educación física. Una revisión sistemática. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 15(1), 161-176. <https://doi.org/10.15366/riee2022.15.1.009>
- Carrizosa, E., & Gallardo, J. (2012). Autoevaluación, coevaluación y evaluación de los aprendizajes. III Jornadas Sobre Docencia Del Derecho y Tecnologías de La Información y La Comunicación, 1–14
- Chica, E. (2011). Una propuesta de evaluación para el trabajo en grupo mediante rúbrica. *Escuela Abierta*, 14, 67-87

- Galindo-Domínguez, H. (2021). Complementariedad en la participación del alumnado en su proceso de evaluación: la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación. Congreso Internacional de Pedagogía, Cuba 2021.
- Gómez, M. Á., & Quesada, V. (2017). Coevaluación o evaluación compartida en el contexto universitario: la percepción del alumnado de primer curso. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 10(2), 9–30
- Hidalgo, M. (2020). Reflexiones acerca de la evaluación formativa en el contexto universitario. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*. 1(1), 189-210. <https://doi.org/10.51660/ripie.v1i1.32>
- Muñoz-Cantero, J. M., Novo-Corti, I., & Espiñeira-Bellón, E. M. (2013). Autoinforme sobre las competencias básicas relacionadas con la evaluación de los estudiantes universitarios. *Estudios Sobre Educación*, 24, 197–224
- Ortega, I. y Sánchez, M.E. (2015). Experiencia del uso de la coevaluación en la docencia de Ciencias de la Educación. II Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC. Las Palmas de Gran Canaria, 12-13 noviembre 2015
- Penichet-Tomás, A.; Pueo, B.; Villalon-Gasch, L. and Jimenez-Olmedo, J.M. (2021). Análisis comparative del aprendizaje de la técnica de remo a través de diferentes tipos de evaluación en estudiantes universitarios en Aznar, I.; Rodríguez, C.; Ramos, M. and Gómez, G. (2021): Desafíos de la investigación y la innovación educativa ante la sociedad inclusiva, Dykinson S.L., Madrid
- Peña, M., Rodríguez, C. R., & Piñero, P. Y. (2018). Método para evaluar el aprendizaje en gestión de proyectos informáticos aplicando computación con palabras. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 12, 89–104.
- Ponce-Aguilar, E.E. y Marcillo-García, C.E. (2020). Auto-evaluación y coevaluación: una experiencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 6(2), 246-260. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1216>
- Rodríguez-Gómez, G., Ibarra-Sáiz, M. S., Gallego Noche, B., Gómez-Ruiz, M.-Á., & Quesada Serra, V. (2012). La voz del estudiante en la evaluación del aprendizaje: un camino por recorrer en la universidad. *Relieve*, 18(2), 1–21. <https://doi.org/10.7203/relieve.18.2.1985>
- Zubillaga-Olague, M. y Cañadas, L. (2021). Finalidades de los procesos de evaluación y calificación en educación física. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 14(29), 124-135. <https://doi.org/10.25115/ecp.v14i29.4398>



# IMPLEMENTACIÓN DE LA TEORÍA DE JUEGOS MEDIANTE GAMIFICACIÓN PARA EL APRENDIZAJE DE TOMA DE DECISIONES EN CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE

---

LUIS A. MILLAN-TUDELA  
*Universidad de Alicante*

BARTOLOMÉ MARCO-LAJARA  
*Universidad de Alicante*

JAVIER MARTÍNEZ-FALCÓ  
*Universidad de Alicante*

EDUARDO SÁNCHEZ-GARCÍA  
*Universidad de Alicante*

## 1. INTRODUCCIÓN

La formación superior universitaria en el contexto educativo actual se caracteriza por una hibridación de metodologías tradicionales junto a herramientas más novedosas. En este sentido, la docencia en el ámbito de la Administración de Empresas suele componerse de sesiones teóricas y prácticas en cada asignatura, donde la delimitación entre ambas suele ser más formal que pragmática. Es por ello que, en ocasiones, cuando ambas modalidades son impartidas por los mismos docentes, éstas suelen intercalarse dentro de una misma jornada.

Dado que la base de la docencia suele concebirse de forma tradicional, la mayoría de herramientas empleadas suelen estar supeditadas a la condición de aplicarse como un añadido o complemento a las sesiones habituales. Sin embargo, es posible emplear la perspectiva inversa: desarrollar dinámicas innovadoras que empleen como elemento adicional intervalos breves de docencia magistral.

## 1.1. GAMIFICACIÓN COMO BASE DE LAS SESIONES LECTIVAS

Dentro de las dinámicas que suelen emplearse en la persecución de un enfoque disruptivo en el aula es la conocida como gamificación. Algunas posibles definiciones son “el uso de elementos del diseño de juegos en contextos no lúdicos” (Groh, 2012); “la práctica de usar elementos del diseño de juegos, mecánicas de juego y juegos de reflexión en actividades no lúdicas para motivar a los participantes” (Al-Azawi et al., 2016); “el uso de elementos del diseño de juegos en contextos no lúdicos” (Deterding et al., 2011); o un desarrollo más profundo de la anterior, “la aplicación de elementos de juego digitales en entornos no lúdicos para motivar el comportamiento del usuario” (Bai et al., 2020), si bien el uso de la tecnología no es una condición *sine qua non*. Según Codish y Ravid (2014), la gamificación se emplea como una forma de aumentar el compromiso y aprendizaje de los estudiantes, y es que algunos autores postulan que las metodologías tradicionales se perciben como inefectivas y aburridas por gran parte del alumnado (Dicheva et al., 2015).

Como puede comprobarse, la gamificación se basa en el principio de aplicar elementos de un campo distinto al de interés con el objetivo de hacer más atractivo el contenido de este último. Este precepto resulta de alta importancia en el entorno académico, ya que es dicho interés el precursor de la atención que, posteriormente, puede derivar en la asimilación de los contenidos y competencias por parte del alumnado. En este sentido, el desarrollo de mecánicas lúdicas, si éstas son adecuadamente diseñadas e implementadas, pueden llevar a un mejor trasvase de conocimientos entre docente y alumno.

## 1.2. TEORÍA DE JUEGOS COMO HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN

Pese a su nombre, la teoría de juegos no debe entenderse como un concepto lúdico. En realidad, se trata de una rama de las matemáticas que, mediante la aplicación de modelos, estudia la toma de decisiones y la interacción de los individuos bajo unas determinadas estructuras formalizadas de incentivos, que reciben el nombre de juegos (Stokel-Walker, 2015). En concreto, un juego (bajo esta perspectiva) incluye los siguientes elementos (Owen, 2013): (1) alternancia de movimientos (personales

o aleatorios), (2) una posible falta de desconocimiento (de lo que implican dichos movimientos), y (3) una función de recompensa.

Uno de los juegos más icónicos y reconocido es el denominado “Dilema del Prisionero”, aunque existe una gran multitud de ellos. En esencia, el objetivo de estos juegos es determinar el comportamiento de diversos individuos (o grupos) ante una situación determinada, en la que cada participante busca maximizar su propio beneficio, bajo la premisa de que la decisión de cada individuo condiciona los resultados finales obtenidos por el conjunto. Teniendo en cuenta estos elementos básicos, los juegos pueden diseñarse para representar una gran variedad de situaciones cotidianas, lo que permite modelizar escenarios profesionales en entornos controlados.

Este último punto es el que se va a explotar en este trabajo: la simulación de situaciones correspondientes al entorno profesional de futuros egresados en el ámbito de la Administración y Dirección de Empresas.

### 1.3. CONJUNCIÓN DE LA GAMIFICACIÓN Y LA TEORÍA DE JUEGOS COMO DINAMIZADORA DEL APRENDIZAJE

Tal y como se ha mostrado anteriormente, la gamificación puede facilitar la adquisición de conocimientos mediante un incremento del atractivo sobre aquellas tareas a las que se aplica. Por su parte, la teoría de juegos permite modelizar diversas situaciones de interés. Por ello, los autores de este trabajo sostienen que una combinación de ambas, donde la teoría de juegos constituya la base y la gamificación el medio de aplicación, puede llevar a aumentar el grado de aprendizaje del alumnado mediante un incremento del atractivo de las actividades docentes.

En esta línea, el planteamiento a seguir es el diseño de prácticas que, mediante el uso de la teoría de juegos y su presentación a través de actividades interactivas, permitan la asimilación de conceptos de forma indirecta para su posterior revelación y, consecuentemente, asociación.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es el diseño de una ecuación de la teoría de juegos que sea aplicable, de forma genérica, a diversas dinámicas docentes dentro del ámbito de la Administración y Dirección de Empresas mediante gamificación.

En referencia a los objetivos específicos, éstos son:

- Establecimiento de las condiciones a cumplir por la ecuación.
- Parametrización y caracterización de la ecuación.
- Enumeración de recursos electrónicos para su implementación.
- Desarrollo de ejemplos de aplicación.

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. REQUISITOS A CUMPLIR

Para el desarrollo de la ecuación objeto de interés, se emplea un proceso de creación propio. Dentro de éste, el primer paso consiste en la definición de las características que debe reunir la ecuación para que cumpla la función deseada. Tal y como se indica en el epígrafe 1.2, uno de los elementos característicos de la teoría de juegos es que la elección de cada participante condiciona los resultados del conjunto de “jugadores”, por lo que este fenómeno debe quedar recogido. Además, puesto que el aprendizaje debe basarse en la asimilación indirecta de contenidos y competencias, así como en la captación de la atención del alumnado, la ecuación debe funcionar sin posibilidad de que su mecanismo de valoración sea descubierto. Teniendo en cuenta todo ello, y que los resultados de la ecuación deben depender de las elecciones de los distintos alumnos (ya que esto fomenta la interacción entre todos los presentes en el aula), las características a cumplir son:

- Premio a la elección minoritaria.
- Penalización a la elección mayoritaria.
- Neutralización de la elección pactada (si existe).
- Número de participantes.
- Imposibilidad de conocer la ecuación mediante inferencia.

De todas esas características, la única susceptible de no ser considerada (si el caso de aplicación así lo requiere) es la correspondiente a la neutralización. Pese a lo anterior, la ecuación debe posibilitar ciertos cambios en dichas condiciones (por ejemplo, que la elección mayoritaria sea la premiada y la minoritaria la desfavorable). Aun así, las dos últimas condiciones deben ser inamovibles. La consideración del número de participantes es indispensable para facilitar la escalabilidad de las prácticas en las que se emplee la ecuación, mientras que la imposibilidad de aplicar inferencia se debe a la necesidad de mantener la atención del alumnado durante el desarrollo de las mismas.

Dados los requisitos anteriormente mencionados, y con el objetivo de permitir adaptar de un modo rápido la ecuación a distintos casos de aplicación, una posible solución de fácil implementación es el uso de una ecuación por partes. En este sentido, cada una de ellas se dirigirá al premio, penalización o neutralización. Dado que el objetivo consiste en puntuar la elección que realice el alumnado, la ecuación debe dirigirse a valorar cada una de dichas elecciones. De este modo, las puntuaciones totales de las dinámicas pueden construirse mediante la suma de las diversas puntuaciones obtenidas tras las varias rondas en que la ecuación haya sido utilizada.

Sin embargo, antes de proceder a su diseño, debe tenerse en cuenta de que la ecuación debe reunir dos características básicas, además de los preceptos anteriormente enumerados. La primera de ellas es la no existencia de términos lineales, ya que éstos son de fácil inferencia. La segunda de ellas es una baja sensibilidad, esto es, que las puntuaciones obtenidas en cada ronda no aumenten de forma considerable con el transcurrir de éstas.

Considerando todo lo anterior, el desarrollo de la ecuación se expone en el siguiente epígrafe.

### 3.2. DESARROLLO DE LA ECUACIÓN

Para modelar lo previamente estipulado, se propone una ecuación que distinga entre aquellos participantes que realicen una elección única, aquellos realicen una elección repetida parcial y una repetida unánime. Así, suponiendo un sistema en el que se produce una elección de números anónima  $E$ , y contando con un conjunto  $N = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  de participantes, la puntuación  $p$  para cada participante  $i$  en la ronda de elección  $q$  es:

$$p_{iq} = \begin{cases} w a & \text{si } E(x_i) \neq E(x_k) \forall k \in N \neq i \\ c & \text{si } E(x_i) = E(x_k) \forall k \in N \neq i \\ -(b^{n-r_i}) & \text{si } E(x_i) = E(x_k); k \neq i; k \subseteq N \end{cases}$$

Donde  $r_i$  es la cantidad de veces que el número elegido por el participante  $i$  ha sido seleccionado en la ronda  $q$ ,  $w$  el número de veces que el participante  $i$  ha cumplido la condición  $E(x_i) \neq E(x_k)$ , y  $a$ ,  $b$ ,  $c$  y  $w$  números prefijados según el efecto deseado por parte del docente.

Con lo anterior, se tiene un sistema de elección que se basa en una función mediante tetración, otra mediante una expresión potencial y otra mediante un término fijo. Para determinar la puntuación total de cada participante, basta con sumar las puntuaciones de cada ronda:

$$p_i = \sum_{q=1}^{q=z} q_{iq}$$

### 3.3 IMPLEMENTACIÓN MEDIANTE HERRAMIENTAS DIGITALES

La aplicación de esta ecuación, dada su complejidad y la necesidad de ofrecer prácticas dinámicas y ágiles, hace altamente recomendable que el diseño de estas últimas se realice por medio de algún soporte electrónico. Entre éstos, existen dos alternativas principales.

La primera de las opciones es su uso mediante hojas de cálculo. Haciendo uso de diversas pestañas, se puede elaborar un archivo base configurable para adaptarse a distintas situaciones. En esta línea, se requieren los siguientes apartados:

- Hoja de configuración
- Hoja de elección de los participantes
- Hoja de resultados

De éstas, las dos primeras deben permanecer ocultas al alumnado, apareciendo únicamente la última de ellas con la puntuación global para evitar un posible proceso de inferencia. Pese a ser una opción viable, no es recomendada por la dificultad de implantar la ecuación mediante condicionales en hojas de cálculo.

La segunda alternativa consiste en el uso de lenguajes de programación de alto nivel y, preferentemente, de licencia libre para facilitar su uso con independencia de los recursos económicos del centro educativo. En este sentido, lenguajes de alto nivel<sup>9</sup> como *M*, *R* o *Python* permiten una implantación mucho más sencilla y personalizable, ya que facilitan el desarrollo de funciones propias, lo que lleva a un mayor nivel de configuración y una facilidad de uso superior en comparación a las hojas de cálculo, especialmente en la configuración del término de tetración. Además, permite la lectura de archivos externos (por ejemplo, uno que incluya la elección de los participantes) y la automatización en la generación de gráficos, derivando así en un mayor dinamismo, interacción y seguimiento entre los presentes en la práctica.

## 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 4.1. ANÁLISIS DE LA ECUACIÓN

Una vez diseñada la ecuación de búsqueda, se procede a un análisis de los resultados que arroja, para poder así (1) comprobar la validez de ésta, y (2) ofrecer unos valores de referencia para que el docente pueda proceder a su aplicación con garantías de un correcto funcionamiento.

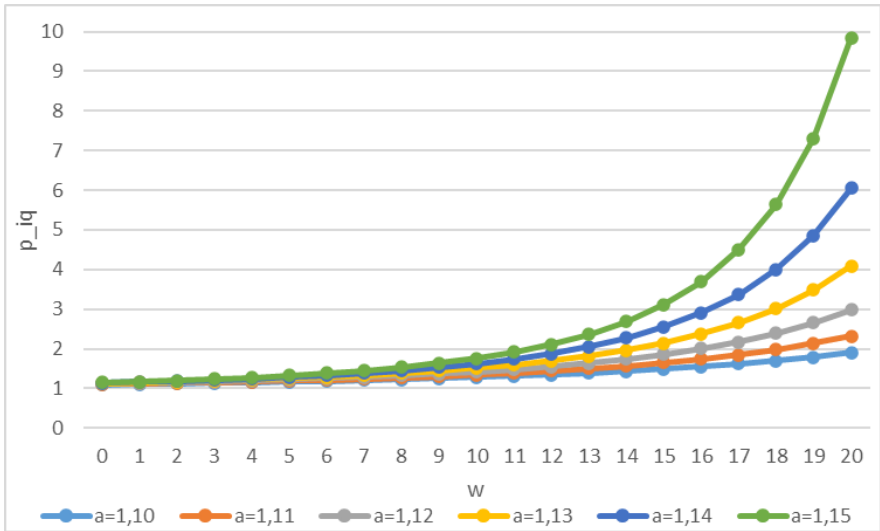
Para la consecución de dichos objetivos, el primer punto a analizar es el término correspondiente a la tetración. Siendo  ${}^w a$  la función en cuestión,

---

<sup>9</sup> Un lenguaje informático de alto nivel es aquél cuyas expresiones de programación resultan cercanas a las del lenguaje humano.

donde  $w$  es una variable no prefijada de antemano, el único elemento elección que puede ser definido desde el inicio es la base  $a$ . El gráfico 1 ofrece más información al respecto.

**GRÁFICO 1.** Puntuación obtenida por participante en aplicación de tetración según el coeficiente  $w$  y el valor de la base  $a$ .



Fuente: elaboración propia

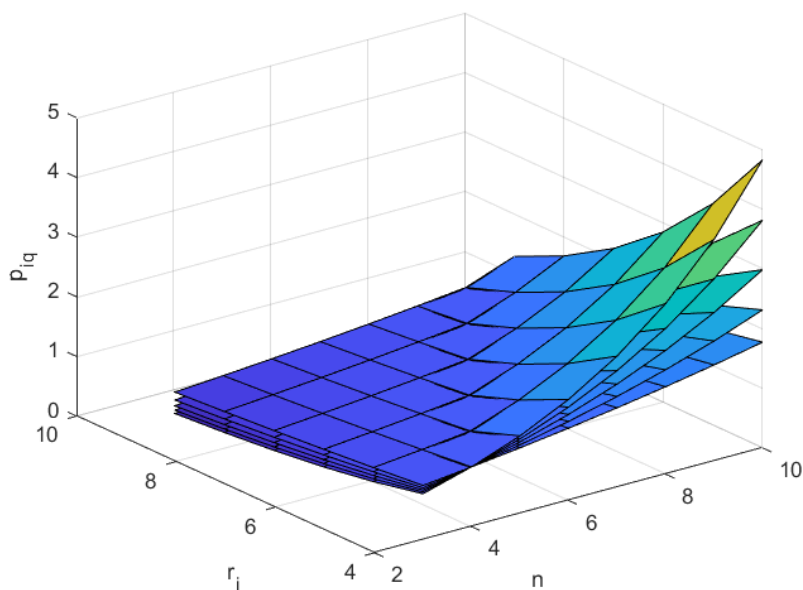
Como puede observarse, un mayor número de elecciones únicas se asocia con un aumento de la puntuación cada vez mayor. En esta línea, conviene destacar que, si bien la probabilidad de incurrir sucesivamente en la condición de elección exclusiva es altamente reducida, esto dependerá tanto del número de rondas como del número de participantes. Sin embargo, la aplicación de esta técnica en una sesión lectiva se estima en una frecuencia de respuesta de entre 15 y 20 rondas por hora, por lo que el uso de valores de  $a$  comprendidos en el dominio  $[1,10;1,12]$  resulta la más adecuada, ya que la sensibilidad al número de aciertos acumulado se ve altamente limitado dentro del rango de rondas esperable, aun sucediéndose la situación más extrema de respuesta única en todas las rondas desarrolladas.

Dado que la segunda parte de la ecuación es una constante, el único análisis pendiente es el que corresponde a la función exponencial. Debido



al mayor número de términos que incluye, su análisis debe alcanzar un nivel de detalle superior respecto al mostrado previamente. En este supuesto caso, la ecuación toma la forma  $p_{iq} = -(b^{n-r_i})$ , aunque únicamente será analizado el módulo (esto es, el valor sin el signo negativo) por cuestiones de practicidad. En este sentido, la base  $b$  debe ser anticipada por el docente de forma previa a la práctica, no siendo así el caso de los términos  $n$  (número de participantes) y  $r_i$  (número de grupos con la misma elección en la ronda en cuestión). En este sentido, el número  $n$  no es conocido de antemano, pero puede ser estimado en función del número de alumnos en el grupo o asignatura, o bien prefijando la cantidad de equipos a formar (esta última fórmula puede inducir a problemas de colaboración si el tamaño de éstos es excesivo), debiendo realizarse únicamente ligeros ajustes en base a la asistencia. Por su parte,  $r_i$  dependerá única y exclusivamente de las elecciones de cada uno de los participantes, por lo que puede considerarse como un evento aleatorio.

**GRÁFICO 2.** Puntuación obtenida por cada participante en aplicación del término exponencial según los valores de  $b$ ,  $n$  y  $r_i$ .



Fuente: elaboración propia

Las variables mencionadas no pueden ser medidas de modo independiente, sino que requieren de su estudio conjunto. Para ello, se emplea una imagen tridimensional que permita una comparación adecuada para los distintos valores posibles de todas las variables.

Como puede observarse, la puntuación  $p_{iq}$  obtenida (en valor absoluto) no es sólo mayor, sino más sensible a altos valores de  $b$  y  $n$ , lo que implica que las puntuaciones serán mayores conforme mayor sea la base de la función exponencial, así como el número de grupos participantes. Respecto a la coincidencia del participante  $i$  con el resto ( $r_i$ ), un mayor valor se asocia a una menor puntuación. Además, la sensibilidad de esta variable es bastante discreta en comparación con las anteriores, lo que provoca que la ecuación sea robusta ante la única variable no prefijada de antemano. Así pues, desde un punto de vista matemático, puede observarse la existencia de un gradiente considerable para las variables  $b$  y  $n$ , ya que conforme mayores son las éstas, más rápidamente crece la puntuación. De este modo, limitando los valores de las variables en el diseño de la práctica, puede mantenerse la ecuación dentro de unos límites de sensibilidad adecuados.

En este caso, los valores de  $b$  empleados se encuentran en el dominio  $[1,1;1,3]$  (correspondiéndose 1,1 a la superficie inferior y 1,3 a la superior), mientras que los de  $n$  y  $r_i$  son, respectivamente,  $[3,10]$  y  $[4,9]$ . Desde una perspectiva cualitativa, y acorde a los resultados del gráfico 2, se recomienda no superar un total de 6 participantes (debiendo agruparse al alumnado para el desarrollo de las prácticas para tal cometido), así como mantener la base de la exponencial en el intervalo  $1,1 \leq b \leq 1,15$  (representado por el espacio comprendido entre las dos superficies inferiores), ya que fuera de ese rango, la ecuación podría generar problemas de sensibilidad excesiva ( $b > 1,15$ ), baja sensibilidad ( $b < 1,10$ ) e incluso decrecimiento ( $b < 1$ ). Respecto al número de coincidencias  $r_i$ , sus valores serán aleatorios, aunque comprendidos en un rango con un límite inferior y superior con distancia de una unidad respecto a los límites inferior y superior de  $n$ . Pese a ello, su baja sensibilidad contribuye a evitar valores extremos que alteren el desarrollo de la práctica en la que la ecuación se aplique.

## 4.2 APLICACIONES

Una vez comprobada la viabilidad de la ecuación para su uso en prácticas inmersivas en el aula mediante teoría de juegos, se procede a analizar el modo en que ésta puede ser integrada, a través de la gamificación, en tres escenarios que pueden tener lugar en entornos de vital importancia dentro del área de Administración y Dirección de Empresas.

### 4.2.1. Mercados hipercompetitivos

Se conoce como mercados o industrias hipercompetitivos aquéllos en los que el ritmo de cambio resulta acelerado y cada vez más intenso (Guerras Martín y Navas López, 2022). En esencia, suele tratarse de sectores donde la intensidad en tecnología es elevada, así como las innovaciones disruptivas, lo que lleva a que las decisiones tomadas estén sometidas a un alto grado de incertidumbre y, por ello, los resultados de las acciones sean difícilmente predecibles.

Pese a dicha incertidumbre, algunas empresas tratan de disminuir el riesgo mediante diversos tipos de colaboraciones, enmarcadas todas ellas dentro de sus procesos de dirección estratégica. Por ejemplo, pactar el uso de un determinado estándar técnico entre diversos competidores, de modo que el apoyo a su explotación derive en mayores cuotas de mercado y, consecuentemente, en mayores beneficios (Guerras Martín y Navas López, 2022).

Como puede observarse, los mercados hipercompetitivos pueden ser modelados, en cierta medida, como una serie de eventos aleatorios (incertidumbre) que presentan el potencial de ser, no obstante, mitigados parcialmente mediante la colaboración entre empresas con objetivos afines. En esta línea, es posible desarrollar una práctica que recree este tipo de industrias con la ecuación desarrollada.

En lo que respecta a la incertidumbre, la imposibilidad de inferir el funcionamiento de la ecuación permite representar este evento de imprevisibilidad, volatilidad y dinamismo del entorno sectorial. Por otra parte, el pacto entre empresas para la reducción de dicha incertidumbre se ve traducido en términos de la elección de cifras por el alumnado: si los distintos participantes comunican la misma elección al docente (esto es,

se incrementa  $r_i$ ), la rentabilidad obtenida por dichos participantes debería ser superior al resto (lo que se traduce en una puntuación superior).

Consecuentemente, y para este caso en concreto, la ecuación debe premiar la elección más recurrida, así como valorar positivamente la coincidencia total en la elección y el castigo de la elección única. Teniendo en cuenta lo estipulado en los epígrafes 3.2 y 4.1, la ecuación debe tomar la siguiente forma:

$$p_{iq} = \begin{cases} -(^w a) & \text{si } E(x_i) \neq E(x_k) \forall k \in N \neq i \\ c & \text{si } E(x_i) = E(x_k) \forall k \in N \neq i \\ b^{r_i} & \text{si } E(x_i) = E(x_k); k \neq i; k \subseteq N \end{cases}$$

Donde los valores admisibles son los expuestos en el epígrafe 4.1. En este caso, el término exponencial ha sufrido una variación, lo que conllevaría que, en caso de obtenerse altos valores de  $r_i$ , tendría lugar una alta sensibilidad al establecerse un gradiente de modo similar a como sucedía con  $n$  en la ecuación original. No obstante, esto puede interpretarse como la obtención de una alta rentabilidad ante la imposición del estándar seleccionado (valores pactados) frente al de la competencia (que termina siendo expulsada del mercado), lo que suele ser habitual en las industrias de base tecnológica.

#### 4.2.2. Mecanismo de control de la competencia

Otra posible aplicación consiste en la modelización de las agencias reguladoras de la competencia. En esta línea, Peidro Payá (2016) ha propuesto e implantado la teoría de juegos en la modelización de una práctica que representa el mecanismo antimonopolio de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC). Este procedimiento, conocido como Programa de Clemencia, fomenta el desmantelamiento de cárteles empresariales tras la obtención de pruebas sobre su existencia mediante bonificaciones en las sanciones a las compañías. Tal y como explica la CNMC (2014), conforme más empresas ofrecen información de forma voluntaria, las siguientes reciben menores concesiones en términos de condonación parcial de las sanciones. De este modo, el desarrollo de la práctica puede enmarcarse en la Administración de Empresas dentro de la Dirección Estratégica y, en ésta, de la

Responsabilidad Social Corporativa (RSC), permitiendo así que el alumnado relacione un mayor compromiso empresa-sociedad (mediante el cumplimiento de las leyes antimonopolio) tanto con una mejor imagen corporativa como con mayores réditos económicos.

Para la modelización del proceso antimonopolio, la ecuación debe reflejar un comportamiento diferente al del caso anterior, si bien sigue representando el valor de las empresas.

Dentro del proceso de desmantelamiento de cárteles, únicamente la empresa que reporta información sobre éste en primer lugar se ve exenta de pagos, viéndose disminuido el valor empresarial únicamente como consecuencia de la pérdida reputacional. Desde este punto, esa bonificación resulta decreciente, lo que conlleva mayores pérdidas al sumarse las cuantías económicas. Todo esto puede representarse mediante la tercera parte de la ecuación, reflejando cada vez una pérdida de valor mayor como consecuencia de la degradación de la reputación, así como del efecto de las sanciones. Ofreciendo esta última valores negativos, conforme mayor sea el valor  $r_i$  (entendiéndose como tal el número de empresas que acuerdan ofrecer información simultáneamente), menor será la penalización sufrida. Si todas las empresas ofreciesen información simultáneamente, en la modelización de la práctica se representará como una pérdida equitativa de valor empresarial. Finalmente, si algún participante se niega a ofrecer información de forma unilateral, será penalizado mediante la parte de tetración, reflejando así tanto la ausencia de bonificación en la sanción como un mayor detrimento de su imagen corporativa, situación en que se incurriría si se tratase de una situación real. Así, para poder reflejar este mecanismo mediante la ecuación desarrollada, ésta debe adoptar la siguiente forma:

$$p_{iq} = \begin{cases} -(^w a) \text{ si } E(x_i) \neq E(x_k) \forall k \in N \neq i \\ -c \text{ si } E(x_i) = E(x_k) \forall k \in N \neq i \\ -(b^{n-r_i}) \text{ si } E(x_i) = E(x_k); k \neq i; k \subseteq N \end{cases}$$

Debiendo ser la constante  $c$  positiva, y manteniéndose el resto de variables dentro de los intervalos señalados en el epígrafe 4.1.

### 4.2.3. Mercados bursátiles

Finalmente, se presenta la modelización de inversión en mercados bursátiles de acciones como escenario modelable mediante la ecuación desarrollada. Esto es debido al comportamiento diverso en el precio de las acciones en casos de funcionamiento estable del mercado, lo que provoca que el movimiento del valor de las empresas dependa principalmente de acciones estratégicas, y no de acontecimientos del entorno general que generan una afección simultánea en todas las empresas con independencia de su sector económico (Guerras Martín y Navas López, 2022). En efecto, tal y como muestra Nieto (2020), la correlación entre la rentabilidad de las acciones bursátiles no sigue una tendencia determinada en periodos de funcionamiento normal en el mercado, mientras que en otros de inestabilidad (e.g. crisis), dichas correlaciones aumentan significativamente como consecuencia de la predominancia de determinadas acciones sobre otras (e.g. órdenes de venta frente a las de compra) que tratan de contrarrestar los efectos hostiles de dichos eventos. De este modo, es posible simular el funcionamiento del mercado bursátil en periodos de estabilidad.

Para ello, la práctica debe basarse en la conocida como ley de oferta y demanda. En esta línea, la elección a reflejar por parte del alumnado debe simular la decisión de compraventa de participaciones sobre empresas. Así pues, la elección por parte del conjunto de individuos o grupos reflejará el comportamiento de mercado. Por ejemplo, si una gran mayoría reporta al profesorado un valor idéntico frente a una minoría, puede interpretarse como que los primeros han realizado una orden de compra y los segundos una de venta sobre un determinado activo, lo que conllevaría una ganancia para los segundos frente a los primeros ante el alza de precios.

Si bien se trata de una visión algo simplificada de la realidad, esta aplicación debe entenderse en el contexto de las primeras etapas de formación universitaria. Mediante este tipo de dinámica, el objetivo debe ir dirigido al aprendizaje de los elementos básicos, algo que no sucede con lo propuesto en los epígrafes 4.1 y 4.2, que se adecúan más a etapas correspondientes a los últimos años de formación superior el área de

Administración de Empresas. De este modo, la ecuación debe tomar la siguiente forma:

$$p_{iq} = \begin{cases} ({}^w a) \text{ si } E(x_i) \neq E(x_k) \forall k \in N \neq i \\ -c \text{ si } E(x_i) = E(x_k) \forall k \in N \neq i \\ (b^{n-r_i}) \text{ si } E(x_i) = E(x_k); k \neq i; k \subseteq N \end{cases}$$

Donde los límites a las distintas variables son los especificados en el epígrafe 4.1. En este caso, la parte de tetración reflejaría una ganancia de capital como consecuencia de una elección única, lo que podría interpretarse como una orden de venta ante una fuerte subida de precios fruto de un aumento de la demanda. El término constante cobra valor negativo, y debería ser notoriamente elevado en módulo, ya que se interpreta como órdenes de venta masivas fruto de un evento inesperado. El tercer término, por su parte, busca reflejar un comportamiento de oferta y demanda de forma directa: conforme mayor sea la oferta (o demanda), esto es, mayor  $r_i$ , menores ganancias obtendrán los ejecutores de las acciones como resultado de la disminución (o aumento) del precio de las acciones.

## 5. DISCUSIÓN

La gamificación constituye un proceso de aprendizaje complementario a las sesiones magistrales, que puede derivar (si su aplicación es adecuada) en un mayor grado de aprendizaje para el alumnado. No obstante, el desarrollo de este tipo de prácticas no debe realizarse de modo accesorio, sino que debe vincularse con objetivos y contenidos de aprendizaje concretos.

Siguiendo este razonamiento, en este trabajo se ha desarrollado exitosamente una ecuación, basada en la teoría de juegos, con múltiples aplicaciones y métodos de implementación para su uso dentro del área de Administración de Empresas.

En referencia a los métodos de implementación, se han enumerado diversas alternativas gratuitas que permiten tanto su uso por parte de los centros educativos con independencia de sus recursos económicos como

el seguimiento en directo de la práctica de forma interactiva, fomentándose así el análisis y el debate entre el alumnado.

Además del desarrollo de la ecuación, se ha ofrecido un análisis de sensibilidad como guía para quienes decidan implementarla en sus sesiones docentes, de modo que se eviten valores extremos que interfieran en el desarrollo adecuado de la experiencia de aprendizaje.

Finalmente, en lo que respecta a sus posibles usos, si bien puede ser objeto de aplicación en otros entornos, se han ofrecido tres posibles prácticas con distinto enfoque: mercados hipercompetitivos, vinculados con el análisis estratégico del proceso de dirección estratégica (Guerras Martín y Navas López, 2022); el funcionamiento de los entes reguladores (vinculables tanto al entorno general como a la RSC en función del enfoque preferente por parte del docente); y principios básicos del mercado como la ley de la oferta y la demanda (vinculable tanto a economía básica como a decisiones corporativas de inversión y desinversión), lo que demuestra la facilidad de aplicación de la ecuación en distintos ámbitos comprendidos dentro del área de la empresa.

## 8. REFERENCIAS

- Al-Azawi, R., Al-Faliti, F. y Al-Blushi, M. (2016). Educational gamification vs. game based learning: Comparative study. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 7(4), 132-136.
- Bai, S., Hew, K. F. y Huang, B. (2020). Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. *Educational Research Review*, 30, 100322.
- Codish, D., y Ravid, G. (2014). (2014). Personality based gamification- Educational gamification for extroverts and introverts. Paper presented at the Proceedings of the 9th CHAIS Conference for the Study of Innovation and Learning Technologies: Learning in the Technological Era., 1 36-44.
- Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. (2014). El programa de clemencia de la CNMC.



- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., y Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". Paper presented at the Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, 9-15.
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G. y Angelova, G. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(3), 75-88.
- Groh, F. (2012). Gamification: State of the art definition and utilization . Institute of Media Informatics Ulm University, 39(31)
- Guerras Martín, L. Á, & Navas López, J. E. (2022). *La dirección estratégica de la Empresa: Teoría y aplicaciones* (6ª ed.). Thomson Reuters.
- Nieto, B. (2020). *Apuntes de Finanzas para el Máster en Administración y Dirección de Empresas*.
- Owen, G. (2013). *Game theory*. Emerald Group Publishing.
- Peidro Payá, D. (2016). *Apuntes de Empresa para el Grado en Ingeniería Mecánica*. Unpublished manuscript.
- Stokel-Walker, C. (2015). ¿Qué es exactamente la teoría de juegos? BBC News Mundo. <http://www.bit.ly/3NJjVmo>.

## EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN DOCENTE: DESARROLLO DE PROCESOS DE EMPRENDIMIENTO UNIVERSITARIO DE BASE TECNOLÓGICA

---

RICARDO REIER FORRADELLAS  
*Universidad Católica de Ávila*

LUIS MIGUEL GARAY GALLESTEGUI  
*ESIC University*

### 1. INTRODUCCIÓN

La puesta en marcha de proyectos de emprendimiento es uno de los indicadores del nivel de desarrollo del entorno en el que se llevan a cabo. La proliferación de ideas innovadoras define directamente el empuje económico del entorno al que afectan estas iniciativas. De esta manera, el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación han definido también los nuevos proyectos de emprendimiento vinculando de forma directa innovación, emprendimiento y digitalización. Esta realidad, como veremos, no solo debe estar presente en la Universidad desde un punto de vista teórico, sino que debe vincularse con los propios procesos formativos. En lo que respecta al desarrollo de modelos de negocio –algo que no olvidemos debería ser el santo y seña de la formación universitaria, sobre todo en aquellas titulaciones más ligadas al área de administración o gestión de empresas- no cabe ninguna duda que la influencia de la digitalización ha desarrollado un nuevo tipo de emprendimiento definido por el concepto de Startup, referido a aquellas nuevas empresas que desarrollan su actividad en un contexto de total incertidumbre y que tienen como base de desarrollo una fuerte base tecnológica. Poniendo en valor este concepto, muchos son los autores que han tratado sobre el papel de las Startups dentro de los procesos de emprendimiento –tal y como se verá en el siguiente apartado- pero son muy pocos los que lo han definido como una de las competencias o de

los resultados de aprendizaje dentro de las capacidades curriculares de los alumnos universitarios. Bien es verdad que se trata de un concepto amplísimo y, en muchas ocasiones, difuso ya que existen casi tantas definiciones del concepto de Startup como autores han tratado el tema. Lógicamente, este reto tiene que estar presente en la propia Universidad y tiene que ser uno de los motores que definan la formación de los alumnos de, sobre todo, las titulaciones más vinculadas a negocio.

No obstante, como ya se ha señalado, el desarrollo y la implementación de proyectos de emprendimiento a través de ideas innovadoras no solo influye de manera directa en el nivel de desarrollo económico del entorno en el que se generan estas iniciativas, sino que sirven para dar solución a los diferentes problemas estructurales que tienen los propios entornos sobre los que se opera. Es decir, estos proyectos innovadores, aparte de la generación de riqueza, repercuten directamente en el desarrollo de las sociedades con las que interactúan. Asumiendo esta realidad, los centros universitarios deben estar absolutamente en este proceso y contribuir para definir las condiciones necesarias que favorezcan la aparición de estos proyectos de emprendimiento. Por tanto, se deben presentar en una primera fase de estudio aquellos conceptos que describen esta nueva realidad prestando especial atención a las características de esta tipología de empresas y, lo que es más importante, al perfil de los emprendedores asociados a esta nueva realidad –más si cabe si nos estamos refiriendo a emprendimiento universitario-. En el presente trabajo se tratará de desarrollar una metodología que sea capaz de dotar a estos proyectos basados en la creación de un nuevo modelo de negocio de un verdadero ecosistema emprendedor que ayude a su éxito al favorecer la aparición de un nuevo ecosistema empresarial ligado al desarrollo tecnológico. Lógicamente, aunque las conclusiones son aplicables a cualquier concepto de emprendimiento, este trabajo tratará de prestar especial atención a la metodología docente que permita favorecer estas actuaciones en la propia Universidad.

En el propio desarrollo metodológico del trabajo se prestará especial atención a las necesidades que tienen este tipo de Startups en cuanto a escalabilidad y monetización, y a la necesaria involucración que requieren por parte de los poderes públicos. El simple hecho de pretender

desarrollar este proceso desde el ámbito universitario no debe obviar que el objetivo principal de todo proyecto de emprendimiento es la viabilidad del mismo, y esto solo se consigue desde la sostenibilidad financiera y de mercado del proceso por sí mismo. Lógicamente, para que se produzca la dinamización y el desarrollo de una sociedad y su entorno vía crecimiento económico a través por la aparición de ideas innovadoras, estas ideas deben ser capaces de aportar un valor añadido a los consumidores, mercado, clientes, etc., es decir, el dato clave no sería el número de proyectos de emprendimiento desarrollados desde el entorno universitario, sino que sería el número de empleos y de repercusión económica que estos proyectos han generado a medio y largo plazo. Debe quedar claro que lo verdaderamente relevante no es la idea sino la capacidad de llevarla a cabo y proponer valor. En la actualidad, en un contexto marcado por una competencia global y un entorno definido por la incertidumbre, a los tradicionales riesgos que pueden definir el fracaso de un proyecto empresarial (riesgo de mercado derivado de la no aceptación del producto en por los consumidores y riesgo derivado de la mala planificación de los flujos financieros) se ha unido el denominado riesgo tecnológico, que no es otro que el fracaso del modelo de negocio por no saber adaptar el proyecto a la nueva realidad tecnológica. Estas partes son las que se deben tener en cuenta a la hora de desarrollar la aproximación metodológica del trabajo propuesto.

Por último, en el apartado de conclusiones y discusión, una vez desarrollada la metodología propuesta para poder favorecer la aparición de estos ecosistemas empresariales marcados por el desarrollo de Startups de base tecnológica, y una vez analizados los resultados vinculados al propio desarrollo económico de las áreas geográficas vinculadas a estos procesos y a la tasa de éxito de estos procesos estimulados por la propia Universidad, se tratará de poner en valor el efecto que todo este proceso tendrá en los propios entornos analizados y, en última parte, en el propio desarrollo y crecimiento de los propios centros universitarios vinculados.

## 1.1. APROXIMACIÓN ACADÉMICA AL CONCEPTO DE STARTUPS

Como ya se ha señalado en el punto anterior, existen casi tantas definiciones del concepto de Startups como autores que han trabajado sobre el tema. En este punto se tratará de definir a modo introductorio y desde el punto de vista académica, distintas definiciones del concepto a partir de sus diferentes puntos de aplicación. Aunque no son muchos los autores que han vinculado emprendimiento y Universidad (Macías Rodríguez, 2017), en casi todos los estudios se ha destacado la necesidad de vincular el proceso de emprendimiento con la capacidad de innovación (Corredor, 2017), (Vélez-Romero y Ortiz, 2016). En este mismo sentido, la propia base tecnológica del proyecto permite dotar al negocio de un mayor potencial de crecimiento (Oakley, 1995), (Reier Forradellas et al. 2021 a) y, en de la misma forma, una facultad de crecer más rápido (Fariñas y López, 2006), (Chammassian y Sabatier, 2020). La propia Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico definió por primera vez en el año 2005 a este tipo de empresas innovadoras como

“aquellos modelos de negocio que han introducido en cualquier parte de su proceso una innovación en un periodo de tiempo concreto, ya sea realizada por la propia empresa, en colaboración con terceros o directamente comprada” (OCDE, 2005).

Lo que si parece claro es que en este modelo de emprendimiento la tecnología no es una única parte de un determinado proceso, sino que está presente en el conjunto del negocio de forma holística (Spender et al., 2017).

En definitiva, para cerrar este primer apartado introductorio se podría definir el concepto de emprendimiento de base tecnológica como aquellos modelos de negocio que se basan en los procesos de innovación para el desarrollo de un producto cuyo principal valor añadido viene derivado de su base tecnológica (Reier Forradellas et al. 2021 b).

## 2. OBJETIVOS

En este epígrafe se va a tratar de definir una serie de objetivos que ayuden a definir posteriormente cuales son los condicionantes que deben producirse en los procesos de emprendimiento para que puedan aglutinarse en el concepto Startup, así como si existe algún tipo de casuística

especial que deban cumplir estos procesos para aumentar sus posibilidades de éxito y, en última instancia, para favorecer su aparición en entornos universitarios. Por tanto, los objetivos principales del presente trabajo se podrían resumir en los siguientes:

- Presentar la innovación como base del modelo competitivo. En los proyectos de emprendimientos de base tecnológica –vía Startups– la innovación es clave en el conjunto del proceso. Incluso en aquellos casos en los que se opere en un sector tradicional, la aplicación de la innovación es la base del proceso.
- Demostrar en este modelo de emprendimiento que la tecnología no es una única parte independiente no vinculada al resto del proceso, sino que está presente en el conjunto de forma holística.
- Por último, fomentar estas perspectivas como parte de las competencias a conseguir por los alumnos.

Lógicamente, como ya se ha definido en el epígrafe anterior, la relación entre emprendimiento y tecnología queda claramente delimitada en el concepto de Startup. Del propio concepto se desprende que la base tecnológica del proceso se convierte en el motor de la innovación de estos proyectos empresariales lo que, lógicamente, deriva en la creación de un novedoso ecosistema empresarial.

- En los proyectos de emprendimientos de base tecnológica –vía Startups– la innovación es clave en el conjunto del proceso. Incluso en aquellos casos en los que se opere en un sector tradicional, la aplicación de la innovación es la base del proceso. Hay que tener en cuenta que los procesos de innovación pueden y deben darse en cualquier modelo de negocio y en cualquier sector.
- La innovación debe ser la base del modelo competitivo pero, lo que supone una verdadera novedad respecto a modelos anteriores, la innovación de base tecnológica puede referirse a cualquier aspecto de la cadena de negocio. Es decir, no debe centrarse únicamente en el aspecto de la producción, por poner un ejemplo, sino que puede hacer referencia a innovaciones en

aspectos de distribución, logística, comercialización, organización, etc.

Estos conceptos deben estar igual de presentes a la hora de estudiar el proceso desde el punto de vista de la innovación docente aplicada al desarrollo de Startups sostenibles dentro del entorno universitario.

### 3. METODOLOGÍA

Como se ha venido señalando los apartados anteriores, uno de los aspectos fundamentales a la hora de definir la base metodológica del trabajo será analizar si existe algún tipo de condicionantes que deban producirse en los procesos de emprendimiento para que puedan dar lugar a la creación de proyectos innovadores capaces de aglutinarse dentro del concepto Startup y, una vez analizado este punto, analizar si existe algún tipo de casuística especial que deban cumplir estos procesos para aumentar sus posibilidades de éxito. De esta forma, una vez definidas las causas, se estará en condiciones de definir los efectos para desarrollar una metodología de innovación docente en el aula que permita desarrollar con éxito este proceso. Hay que recordar que el objetivo principal no reside en el número de proyectos desarrollados, sino en el impacto y en el éxito de los procesos desarrollados. Es decir, una metodología docente que permita llegar, por poner un ejemplo, a una tasa de emprendimiento universitario cercana al 10% en base a la concesión de ayudas y financiación –a pesar de ser un dato importante- no sería el dato relevante. La medición clave consistiría en analizar el efecto que tiene en la economía del entorno este porcentaje en el medio y largo plazo.

Es decir, se trataría de definir las sinergias necesarias para que este tipo de procesos puedan generar un ecosistema emprendedor que favorezca el desarrollo económico de sus áreas de influencia vinculándolo al entorno universitario (Náñez Alonso et al., 2020). Sería el denominado “despertar de la economía vía Startups”, concepto que ya ha sido tratado desde el punto de vista académico por diversos autores como uno de los catalizadores principales de sinergias en los distintos procesos de emprendimiento (Saiz-Álvarez y Corduras, 2019), (Náñez Alonso et al., 2022). Como ya quedó explicado en el epígrafe dedicado a los objetivos,

es fundamental en el estudio de este proceso definir, por un lado, los factores clave de éxito de estos proyectos y, por otro lado, definir las relaciones necesarios para constituir los denominados ecosistemas de Startups que sirvan como dinamizadores de la economía.

Volviendo a la parte más académica referida en la introducción, se ha dejado claro que una de las características fundamentales de los proyectos de emprendimiento que se están analizando en este trabajo vienen definidas por la capacidad de generar crecimiento económico en el entorno con el que interactúan. Este aspecto metodológico debe dejar claro que existe una relación directa entre desarrollo de Startups y el crecimiento en las economías con las que interactúa. Sin esta premisa de salida no tendría sentido potenciar en el ámbito universitario la inquietud de los alumnos que reúnan las capacidades necesarias para este proceso. Lógicamente, esta relación causa efecto no es automática y se hace necesaria la participación de agentes externos para que los resultados sean los deseados, incluida la relación de estos agentes externos y la propia Universidad (Díaz et al., 2005), (Echarte Fernández et. al, 2021). En este trabajo, en lo referido al aspecto metodológico, se ha optado –dada la necesaria adaptación a la extensión establecida–, por un lado, por definir los requisitos necesarios para el éxito de estos procesos y, por otro, los mecanismos de agentes externos para favorecer las sinergias positivas; todo ello a partir de los referentes que se han ido introduciendo y que se recogen a través de la bibliografía existente en este tipo de modelos de negocio.

De esta forma, referido a los objetivos planteados inicialmente sobre la necesidad de una escalabilidad y una monetización del proceso, se hace necesaria la aproximación a estos conceptos desde una vertiente práctica en el desarrollo de esta inquietud emprendedora en el alumnado. Resulta absolutamente imprescindible que este nuevo proceso de innovación docente se centre sobre manera en aquellos alumnos que han demostrado aptitudes y actitudes para desarrollar estos procesos de emprendimiento ya que sería absurdo vincularlo a todos los alumnos. Esta es una de las principales innovaciones metodológicas planteadas. Hay que diferenciar claramente entre formación común en el aula (lógicamente hay conceptos ligados a esta realidad que deben formar parte de los planes de estudio genéricos a una titulación, asignatura, materia, etc.) y formación



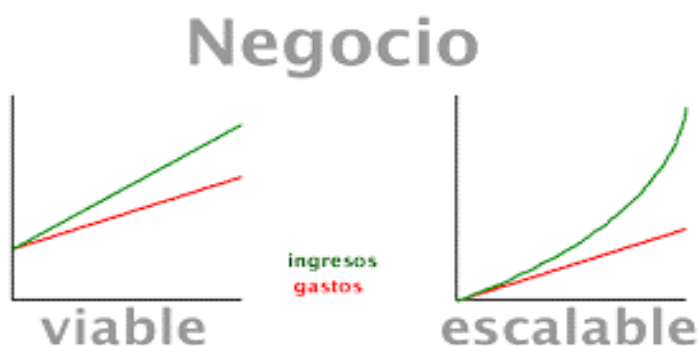
específica dirigida a desarrollar proyectos de emprendimiento reales vía Startups en el entorno universitario. Hay que recordar que lo fundamental del proceso es la viabilidad de estos proyectos, de las propias Startups ya que no se trata de trabajos obligatorios de asignaturas o trabajos fin de grado, sino de proyectos reales que deben operar con éxito en un entorno absolutamente competitivo y globalizado. Es decir, el primer filtro antes de definir estos conceptos clave que formarán parte de la formación previa del alumnado capacitado sería cribar aquellos perfiles a los que habría que dirigirse y, en segundo lugar, diferenciar claramente entre proyectos empresariales innovadores viables de aquellos que no lo son. Una vez diseñada esta estrategia, la primera acción metodológica consistirá en poner en valor los dos conceptos siguientes:

- Monetización. La monetización hace referencia a la necesidad de estos modelos de negocio de generar recursos financieros que permitan su desarrollo, crecimiento y sostenibilidad. La base tecnológica no es un fin en si misma, sino un medio que permita el objetivo final de cualquier modelo de negocio que no es otro que su sostenibilidad financiera. Esta parte es fundamental ya que solo se deberían potenciar desde el entorno universitario aquellos modelos que recojan esta realidad.
- Escalabilidad. La escalabilidad hace referencia a la posibilidad que ofrecen estos proyectos de emprendimiento de conseguir que los ingresos crezcan de forma exponencial a los gastos. La propia base tecnológica debe contribuir a generar modelos de negocio que crezcan en beta para que, una vez consolidado, los beneficios sean escalables. Esta sería “la segunda pata” para definir que proyectos deben ser tenidos en cuanto y cuales no.

Hay que tener en cuenta que nos estamos refiriendo a proyectos empresariales, no a trabajos ligados únicamente al ámbito universitario. Por lo tanto, aun partiendo de proyectos en apariencia viables en conceptos como monetización y escalabilidad, con alumnos que combinen las actitudes y aptitudes necesarias, estos procesos pueden perfectamente no llegar a buen término y fracasar (estos números se verán en el apartado referido a resultados).

Estos dos aspectos fundamentales en cualquier proyecto de emprendimiento de base tecnológica son oportunidades que se convierten prácticamente en obligaciones si se quiere tener éxito en el proceso. Como se puede ver en la siguiente figura (Figura 1), la capacidad de escalabilidad debe ser un concepto clave en este tipo de proyectos. Lógicamente, la propia escalabilidad (capacidad de generar ingresos que crezcan de forma exponencial a los gastos) va ligada a la capacidad de monetización.

**FIGURA 1.** Diferencia entre negocio viable y escalable



Fuente: Elaboración propia a partir de Reier Forradellas et al. 2021 a

Siguiendo con la vertiente metodológica relativa al ámbito de la innovación docente desarrollada desde la propia Universidad, las amenazas del desarrollo de este tipo de proyectos son claras y vienen definidas por la propia dificultad que tienen las Startups (más aún las ligadas al ámbito universitario ya que suponen en la mayoría de los casos el primer proyecto desarrollado por el emprendedor) en recorrer con éxito todas las etapas del proceso. Debido a esta realidad, son numerosas las metodologías que han tratado de dotar de un marco conceptual a este tipo de emprendimiento (Blank y Dorf, 2013). Por poner de manifiesto algunos ejemplos, se pueden enumerar las siguientes:

- Metodología Agile. Este tipo de metodologías “ágiles” pretenden adaptar cada modelo concreto a las propias condiciones del proyecto, dando flexibilidad e inmediatez en la respuesta para adaptar el proyecto a las necesidades de cada momento.

- Metodología Lean. Esta metodología busca aumentar las posibilidades de éxito de un negocio centrandose en el mercado todo el proceso y eliminando todo aquello que no aporte valor.
- Metodología Scrum. Esta metodología, basada también en las denominadas “ágiles” suponen la división del desarrollo del proyecto en equipos de trabajo coordinados testando directamente el resultado de cada fase con el mercado.
- Metodología Design Thinking. Esta metodología está centrada en el usuario final y orientada a la toma de decisiones. El objetivo final consiste en generar soluciones en base a problemas detectados.

Todos estos procesos, al estar demostrado que facilitan las posibilidades de éxito y acortan el período de tiempo existente entre desarrollo de la idea de negocio y aplicación a mercado, deben formar parte de la metodología didáctica diseñada desde la propia Universidad para aumentar la capacidad y el impacto de los proyectos. Como se puede ver en la siguiente figura (Figura 2), estos diseños basados en metodologías “ágiles” consisten en el concepto de aprender haciendo, lo que permite enfocar desde un primer momento la dimensión de negocio y de mercado al proceso de emprendimiento, dando más valor a lo práctico que a lo teórico.

**FIGURA 2. Procesos metodológicos en Startups**



Fuente: Elaboración propia

Por último, aunque quizás es la parte más complicada del proceso ya que no existe –como en cualquier proyecto de emprendimiento- una fórmula segura de éxito, el paso final dentro del proceso de innovación docente en el ámbito universitario para apuntalar con las mayores garantías de éxito todo lo referido en este trabajo, pasa por crear una serie de sinergias entre el entorno universitario y el resto del ecosistema de emprendimiento existente en la sociedad con la que se va a relacionar. Estas sinergias ya han sido analizadas por diversos autores desde el punto de vista académico (Jeong et al., 2020), incluso enfatizando la necesidad de estrecha colaboración entre los distintos poderes públicos y el resto de organizaciones, instituciones, organismos, etc. (Weinberger-Villarán, 2019). De esta forma, una vez garantizados –en su vertiente teórica y práctica- todos los aspectos señalados con anterioridad se hacen necesarias las siguientes acciones:

- Vincular todo el proceso con una estructura específica desde la Universidad que pueda facilitar el seguimiento de todas las etapas y, sobre todo, acompañar a los alumnos-emprendedores una vez que se ha definido la idea de negocio. Hay que recordar, como ya se ha indicado, que esta es la parte crucial de todo el proceso, la que va a definir lo acertado o no de la estrategia desarrollada. En este punto, la existencia en la universidad de profesionales específicamente formados en conceptos como el desarrollo y gestión de *spin-offs*, aceleradoras e incubadoras de empresas, búsqueda de inversores privados, procesos de transferencias de conocimiento universidad empresa y un largo etcétera, van a marcar la diferencia y aumentar de formar exponencial las posibilidades de éxito. Si el proceso, como se viene desarrollando tradicionalmente, se limita a contenidos formativos genéricos en el aula, las posibilidades de fracaso son máximas.
- Por otro lado, se hace necesario vincular el proceso definido con anterioridad desde la Universidad con el propio ecosistema de emprendimiento –con sus propias características- existente en el entorno. Es decir, este proceso no puede ser independiente del entorno y se deben poner a disposición de cada

proyecto de forma coordinada todas las variables y dimensiones existentes tanto desde el ámbito privado como desde el ámbito público. Se hace necesario tener claro en todo momento las necesidades y posibilidades de financiación que ofrecen este tipo de proyectos; la existencia de convocatorias para el desarrollo/crecimiento de proyectos en distintas fases de desarrollo; la existencia de formaciones concretas o de *partners* que pueden ayudar en el proceso; la existencia de *clusters* u organizaciones (pueden ser de distinto ámbito incluyendo Cámaras de Comercio, Observatorios Económicos, Asociaciones Empresariales, Oficinas de gestión pública, etc.) que están constituidas para facilitar alguna de las partes del proceso.

En definitiva, en esta parte dedicada a la metodología se ha prestado especial atención a la dimensión referida respecto a las técnicas de innovación docente a aplicar desde los centros universitarios (en definitiva, era este el tema principal del presente trabajo) para poder aumentar las posibilidades de éxito de todo este proceso.

#### 4. RESULTADOS Y COCLUSIONES

Dado que se trata de un trabajo basado en un proceso complejo de investigación que requiere de una serie temporal amplia a la hora de definir los resultados del mismo (hay que recordar que el objetivo principal que se planteaba no era medir el número de Startups desarrolladas desde el ámbito universitario sino su implicación en el entramado socio económico en el medio y largo plazo), se ha optado por incluir en este apartado final los resultados, la discusión de los mismos y las conclusiones. Hay que tener en cuenta que se trata de un proyecto abierto que en posteriores trabajos será capaz de medir de forma más exhaustiva los resultados del mismo.

No obstante, los resultados inherentes a la investigación propuesta son fácilmente reconocibles. Como ya se ha indicado, la importancia de desarrollar ecosistemas de Startups vinculadas al entorno universitario radica en los siguientes aspectos:

- La aparición de nuevos negocios significa un aumento de empleo y una mejora económica para el entorno de influencia.
- En el caso de las Stratups, normalmente su aparición se produce en entornos locales para, seguidamente, ampliar su área de influencia a entornos más globales. Esta situación favorece las posibilidades de crecimiento en el ámbito local, incluyendo el efecto sinergia y multiplicador que ejercen sobre el propio entorno más cercano. Esta es la base sobre la que se debe trabajar para desarrollar ecosistemas de emprendimiento universitario.

Añadido a lo anterior, el siguiente paso natural sería detectar la generación de nuevos ecosistemas empresariales en aquellas zonas donde prolifera la aparición de Startups. En este sentido, la acción de los poderes públicos y otros organismos debe ir dirigida a aumentar las posibilidades de éxito de este ecosistema. El proceso tendría una doble dirección. Por un lado, se necesita vincular al ámbito universitario en el ecosistema de emprendimiento existente en el entorno, y por otro lado, se requiere que los propios centros universitarios sean agentes y actores esenciales en la propia definición y establecimiento de estos ecosistemas. Resulta evidente que las Startups precisan de ecosistemas de emprendimiento. Aunque resulta imposible definir un marco conceptual que garantice el éxito del proceso, favorecer un entorno –referido al ámbito de la administración, confederaciones de empresas, organismos, etc.- en el que se tengan en cuenta las condiciones regulatorias, las condiciones económicas, de formación, las infraestructuras, el acceso a la financiación, el acceso a mercados alternativos, etc. resulta un factor clave y fundamental para desarrollar que este ecosistema favorezca la aparición de proyectos emprendedores de éxito que, al mismo tiempo, tengan un impacto positivo y dinamizador en los territorios de implantación.

Parece claro que la generación de nuevos ecosistemas empresariales en aquellas zonas donde prolifera la aparición de Startups se define como un condicionante fundamental a la definición de actividades de innovación docente vinculadas al aumento de la capacidad emprendedora en proyectos de base tecnológica en el sistema universitario. Estas sinergias derivadas de la participación e interacción de diferentes actores se

antojan fundamentales a la hora de aumentar las posibilidades de éxito de este ecosistema.

## 5. REFERENCIAS

- Blank, S. y Dorf, B. (2013) *El Manual del Emprendedor*. Editorial Gestión 2000, 1ª ed. México D.F., México.
- Chammassian, R. G. y Sabatier, V. (2020). The role of costs in business model design for early-stage technology Startups. *Technological Forecasting and Social Change*, 157, 120090.
- Corredor, D. (2007). Hacia un modelo de emprendimiento universitario. *Apuntes del Cenes*, 27(43), 275-292
- Díaz, J.C., Pulido, U. y Hernández, R. (2005) Teoría económica institucional y creación de empresas. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 11(3), 209-230.
- Echarte Fernández, M., Náñez Alonso, S.L., Reier Forradellas, R.F. y Jorge-Vázquez, J. (202). From the Great Recession to the COVID-19 Pandemic: The Risk of Expansionary Monetary Policies. *Risks* 2022, 10 (2), 23
- Fariñas, J.C. y López, A. (2006). Las empresas pequeñas de base tecnológica en España: Delimitación, evolución y características, Dirección General de la Política de la Pequeña y Mediana Empresa, Madrid, España.
- Jeong, J., Kim, J., Son, H. y Nam, D. I. (2020). The Role of Venture Capital Investment in Startups' Sustainable Growth and Performance: Focusing on Absorptive Capacity and Venture Capitalists' Reputation. *Sustainability*, 12(8), 3447.
- Macías Rodríguez, M. (2017). *El camino para innovar: como pasar de la idea al modelo de negocio creando valor para tus clientes*. Deusto Ediciones. 1ª ed. Barcelona, España.
- Náñez Alonso, S.L., Jorge-Vázquez, J. y Reier Forradellas, R.F. (2020). Detection of Financial Inclusion Vulnerable Rural Areas through an Access to Cash Index: Solutions Based on the Pharmacy Network and a CBDC. Evidence Based on Ávila (Spain). *Sustainability* 2020, 12 (18), 7480
- Náñez Alonso, S.L., Reier Forradellas, R.F. y Jorge-Vázquez, J. (2022). Solutions to Financial Exclusion in Rural and Depopulated Areas: Evidence Based in Castilla y León (Spain). *Land*, 11 (1), 74
- Oakey, R.P. (1995). *High technology new firms: variable barriers to growth*, Paul Chapman Publishing, Londres.
- OCDE/European Communities (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3 edición, OECD/EC

- Reier Forradellas, R.F., Nández Alonso, S.L., Jorge-Vázquez, J., Echarte Fernández, M.A. y Vidal Miró, N. (2021, a). Entrepreneurship, sport, sustainability and integration: a business model in the low-season tourism sector. *Social Sciences*, 10(117).
- Reier Forradellas, R.F., Jorge-Vázquez, J., Nández Alonso, S.L. y Salazar Valdivia, R. (2021, b). Methodology to Evaluate Economic Viability Plans and Digitalization Strategies in Private Social Education Centers. *Education Sciences*, 11 (4), 170
- Saiz-Álvarez, J.M. y Coduras Martínez, A. (2019). Entrepreneurial Quality and Economic Crisis in the Eurozone Countries Driven by Innovation. En Baporikar, N. (Ed.) *Handbook of Research on Ethics, Entrepreneurship, and Governance in Higher Education* (pp. 414-432), Hershey, PA (Estados Unidos): IGI Global. DOI: 10.4018/978-1-5225-5837-8.ch019
- Spender, J. C., Corvello, V., Grimaldi, M. y Rippa, P. (2017). Startups and open innovation: a review of the literature. *European Journal of Innovation Management*.
- Vélez-Romero, X. y Ortiz Restrepo, S. (2016). Emprendimiento e innovación: una aproximación teórica. *Dominio de las Ciencias*, 2(4), 346-369.
- Weinberger-Villarán, K.E. (2019). Componentes del Ecosistema de Emprendimiento de Lima que Inciden en Crecimiento y Desarrollo de Startups. *Journal of technology Management & Innovation*, 14(4), 119-136.



# LA INCLUSIÓN DEL INSTRUMENTO WEBQUEST EN EL APRENDIZAJE POR PROYECTOS EN ASIGNATURAS BILINGÜES DEL GRADO DE ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS<sup>10</sup>

---

LETICIA GALLEGO-VALERO  
*Universidad de Jaén*

ENCARNACIÓN MORAL-PAJARES  
*Universidad de Jaén*

JUAN DE-LOMA-OSSORIO-MATA  
*Universidad de Jaén*

## 1. INTRODUCCIÓN

En la UE, la iniciativa *eEurope 2020*, adoptada en diciembre de 1999, considera como primera línea prioritaria a la educación, planteando como objetivo introducir internet y los instrumentos multimedia en el proceso de formación y capacitación, adaptando la enseñanza a la era digital (Área-Moreira, 2008). Posteriormente, el Plan de acción *eEurope 2005* y las iniciativas *i2010-A* y *European Information Society for growth and employment, Digital Agenda for Europe* y *Europe 2020* (Caridad et al., 2014), junto con el reciente *European Recovery Plan 2021-2027*, incluyen entre sus prioridades el empleo de recursos TIC en la educación y en las estrategias de aprendizaje. Por otra parte, el proceso de Bolonia y la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), a partir de 2010, promueve la adopción de estrategias docentes de carácter dinámico y participativo, que propicien un aprendizaje motivacional centrado en el estudiante, que no se desarrolle únicamente de forma

---

<sup>10</sup> Esta investigación forma parte de un proyecto del Plan PIMED-UJA (2019-2023), convocatoria 2022 “*La WebQuest: estrategia constructiva en el aprendizaje en "Internacionalización Económica"*”, del Vicerrectorado de Coordinación y Calidad de las enseñanzas de la Universidad de Jaén (España).

presencial en las horas impartidas en el aula (De-Pablos-Pons y Villaciervos-Moreno, 2005). La renovación metodológica que impulsa el EEES implica un nuevo enfoque didáctico, dándole mayor importancia al aprendizaje que a la enseñanza, subrayando la necesidad de pasar del profesor que enseña al alumno que aprende. En este proceso, los procedimientos basados en las nuevas tecnologías han desempeñado un papel relevante en la innovación de las funciones docentes.

Las TIC han supuesto una modificación en todos los ámbitos, identificando a los dispositivos móviles, internet y las aplicaciones en línea como los instrumentos que están propiciando el cambio en el ámbito de la formación, teniendo la capacidad de mejorar la calidad de la misma y paliar las diferencias entre diferentes zonas geográficas (Khvilon y Patru, 2022). Las opciones que ofrecen las TIC tienen como consecuencia la reformulación desde las bases de los procesos de enseñanza en el ámbito individual y colectivo, así como el cambio de los tiempos empleados para la docencia, el formato en que se deben estructurar las asignaturas para la transmisión de los conocimientos y las competencias y las tareas del discente y docente. El espacio en el que se desarrolla la docencia también se modifica como consecuencia del empleo de recursos tecnológicos, que no necesariamente tiene que ser el aula, puesto que es posible la docencia en línea, ya que puede llevarse a cabo en diferido, y teniendo en cuenta que es el alumnado quien adquiere el protagonismo en detrimento del papel del docente, que actúa como guía, gestor de recursos y medidor en el aprendizaje (Esteve, 2009). La utilización de las TIC da como resultado una mayor motivación y un mejor rendimiento académico (OECD, 2015), permitiendo personalizar el aprendizaje y la obtención de una gran cantidad de actividades y recursos, ayudando a la reducción de la tasa de abandono escolar y facilitando la labor de capacitación del alumnado para su futura vida laboral (European Commission, 2013).

La WebQuest, desarrollada en el año 1995, supone un enfoque pedagógico diferente, centrado en el aprendizaje en línea, la investigación y el uso de los recursos web, involucrando a los/as alumnos/as de una forma más activa en el proceso de adquisición de conocimientos. Esta herramienta, con base en las TIC, consistente en una investigación guiada

que, utilizando la información disponible en internet, propone una tarea factible y atractiva para los estudiantes y un procedimiento para realizarla, produciendo un documento final para valorar y evaluar los conocimientos adquiridos y reforzar las competencias del alumnado. Las fases en las que debe encontrarse organizada la secuencia a seguir son las siguientes: introducción, tarea, recursos, proceso, evaluación y conclusión (Dodge, 1997). En la implementación de esta herramienta, los/as alumnos/as deben utilizar diferentes recursos tecnológicos y, principalmente, la información disponible en internet, que debe ser organizada, sistematizada, analizada, comprendida y aplicada a una cuestión concreta, con la intención de poder adquirir capacidades de investigación, pensamiento crítico, colaboración y comunicación (Bennett et al., 2022).

En el desarrollo de las tareas a ejecutar en la WebQuest existen diferentes aspectos a tener en cuenta (March, 1998): el hecho de comenzar de manera atractiva para el alumnado, motivándoles desde el principio; el planteamiento de preguntas y el establecimiento de los roles de una forma clara y eficaz; y la aplicación a la realidad fuera del aula, con el fin último de contribuir a desarrollar diversas competencias en el alumnado y, entre ellas, las sociales y colaborativas, utilizando internet como entorno constructivista. El aprendizaje colaborativo resulta enfatizado con el uso de esta herramienta didáctica, dado que contribuye a propiciar la interdependencia positiva, la promoción de la interacción (en la colaboración del reparto de tareas), el desarrollo de destrezas interpersonales en grupos pequeños y la gestión de grupos, procurando llegar a acuerdos para implementar la eficacia (Johnson y Johnson, 1998).

El aprendizaje por proyectos, en el que se incluye la WebQuest, es un modelo centrado en el/la alumno/a en el que, a partir de conocimientos previos y a través de la experiencia y la reflexión, este desarrolla distintas actividades planeando, implementando y evaluando cuestiones que son de aplicación en el mundo real. Esta técnica tiene la cualidad de ser interdisciplinar e integradora de materias y áreas y tiene como consecuencias el favorecimiento de la motivación, la preparación para situaciones reales, la puesta en práctica de lo aprendido, pudiendo contribuir al desarrollo del trabajo colaborativo y de diferentes competencias necesarias para el estudiante universitario, enfatizando el hecho de que el

alumnado asume una mayor responsabilidad en su propio proceso de aprendizaje y que se alcanzan índices altos en términos de satisfacción personal (Benito y Cruz, 2005; García-Martín, 2010).

El trabajo se ha estructurado en cinco apartados, incluido este de carácter introductorio. En el segundo apartado, se presentan los objetivos de este estudio. En el tercer0 se detalla la metodología seguida, el análisis de la técnica por proyectos utilizando WebQuest y las diferentes actividades en las que se concreta. El cuarto apartado presenta los principales resultados obtenidos. Por último, se recoge la discusión y las conclusiones que se derivan del estudio realizado.

## 2. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo consiste en la valoración de la efectividad del aprendizaje por proyectos y la WebQuest en la asignatura bilingüe: “*Economic Internationalization*”, impartida en cuarto curso del Grado en Administración y Dirección de Empresas en inglés de la Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas de la Universidad de Jaén. Concretamente, con la metodología aplicada se trata de que los estudiantes conozcan y aprendan a utilizar los distintos recursos que ofrece internet para identificar posibles mercados de destino por parte de las empresas exportadoras, en los que podrán desarrollar sus prácticas curriculares. Ante todo, con este instrumento de innovación docente se propicia la consecución de las competencias y resultados previstos en la guía docente de la asignatura.

## 3. METODOLOGÍA

Las diferentes etapas que conforman el proceso secuencial seguido en el desarrollo de esta investigación son las siguientes:

1. En primer lugar, se contextualiza la asignatura a la que se ha aplicado esta metodología. La muestra utilizada está compuesta por el grupo de cuarto del Bachelor’s Degree in Business Administration and Management (ADE en inglés) de la asignatura “*Economic Internationalization*” de la Universidad de Jaén, durante el curso académico 2022/2023.

2. En segundo término, se describen las metodologías utilizadas en la asignatura objeto de este estudio, siendo estas la lección magistral, el aprendizaje basado en problemas y por proyectos utilizando la herramienta WebQuest.
3. En la aplicación de la metodología por proyectos utilizando WebQuest se realiza análisis descriptivo del procedimiento seguido en la elaboración de las distintas cuestiones a las que han de responder los/as alumnos/as en el desarrollo de un proyecto formativo, identificando las principales webs recomendadas para guiar la investigación.

Independientemente de los contenidos aprendidos, la estrategia didáctica aplicada pretende un desarrollo integral del estudiante en el que se incluyen competencias y actitudes, fomentando un comportamiento activo hacia el aprendizaje, estimulando la motivación y favoreciendo una visión práctica de los conocimientos adquiridos, aplicables en situaciones que se pueden presentar en el desarrollo de su quehacer profesional. El estudiante va comprendiendo los distintos conceptos y temas abordados sobre su propio proceso formativo, adquiriendo habilidades cognitivas. Resulta necesario, no obstante, contar con alumnado con disposición a trabajar, capacidad para la toma de decisiones y ciertas habilidades para elaborar, analizar y sintetizar información estadística que ofrecen las bases de datos de los principales organismos económicos internacionales.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA “*ECONOMIC INTERNATIONALIZATION*”

La asignatura “*Economic Internationalization*” se incluye en el plan de estudios del Grado de ADE en inglés, como optativa, en cuarto curso. Este contexto, y dado el proceso de internacionalización en el que participa la economía española, junto con el resto de países de la UE, se considera imprescindible que un/a alumno/a que cursa los estudios en Administración y Dirección de Empresas, debe conocer, saber valorar e interpretar todos aquellos elementos y condiciones que pueden influir

sobre la actividad comercial de las empresas fuera de las fronteras nacionales. Para ello, es necesario valorar las oportunidades y amenazas que se derivan del proceso de apertura exterior e interdependencia que caracteriza a la economía mundial. El/La alumno/a debe contar con los conocimientos y competencias necesarias para poder evaluar cómo las actuaciones de política comercial desarrolladas por entidades supranacionales, nacionales y regionales pueden afectar a la actividad exportadora de la empresa.

El objetivo principal de esta asignatura es que el/la alumno/a conozca el proceso de internacionalización del sistema productivo, sepa identificar el conjunto de factores que lo han determinado, de naturaleza económica unos y de rango social y político otros y, además, aprenda a valorar las oportunidades y amenazas que tanto los diferentes mercados de exportación como las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, concretamente internet, ofrecen. Para ello, en primer lugar, se analizan las tendencias recientes que identifican los flujos de comercio que la economía española mantiene con clientes/proveedores extranjeros y las variables macroeconómicas que influyen en la proyección internacional del sistema productivo nacional. En segundo término, se estudian las fases del proceso de internacionalización de la economía española y las diferentes técnicas que permiten identificar mercados estratégicos internacionales. Por último, se identifican diferentes escenarios del mercado global, se estudian los instrumentos de política comercial que pueden afectar negativamente a los flujos de comercio y se analizan los instrumentos de apoyo a la internacionalización impulsados por instituciones comunitarias, nacionales y regionales.

Las clases se encuentran organizadas a partir de dos formatos: a) Exposiciones por parte del docente, en las que se planteará el tema de estudio y se realizará un esquema introductorio, que permita el desarrollo lógico de la exposición. Posteriormente, se explican las diferentes partes que conforman la materia estudiada y, finalmente, se obtendrán las principales conclusiones sobre las que el profesor hará que los/as alumnos/as reflexionen; b) Prácticas, impartidas en el aula de informática con acceso a internet, para conocer lo disponible y accesible a través de la Red, que pueden ayudar a las empresas en su proceso de internacionalización.

La calificación final del/la alumno/a se obtendrá realizando la media ponderada de "Participación activa en clase", "Dominio de conocimientos teóricos y prácticos de la materia" y "Entrega y exposición de trabajos".

#### 4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DOCENTES EMPLEADAS EN LA IMPARTICIÓN DE LA ASIGNATURA “*ECONOMIC INTERNATIONALIZATION*”

La asignatura se imparte atendiendo a tres metodologías docentes: lección magistral, aprendizaje basado en ejercicios y aprendizaje por proyectos con la utilización del instrumento WebQuest.

##### 4.2.1. Aplicación de la lección magistral

La metodología de lección magistral se aplica a lo largo de toda la asignatura, en la parte teórica. Esta presenta ventajas a la hora de transmitir gran cantidad de información en grupos numerosos, con ayuda de técnicas audiovisuales, en un corto periodo de tiempo, permitiendo en este caso la participación activa por parte del/la alumno/a, que plantea dudas y preguntas sobre la exposición durante el discurso (Benito y Cruz, 2005; García-Martín, 2010; Sánchez, 2018). En la asignatura “*Economic Internationalization*” se exponen los temas teóricos de forma oral, permitiendo que los/as alumnos/as puedan tomar notas y aclarar las dudas.

Lo específico de esta materia y la complejidad del vocabulario utilizado hace necesario intercalar, en cuanto sea posible, diferentes metodologías con la lección magistral, puesto que alargar demasiado este método puede conllevar a la desconexión del/la alumno/a del discurso y su consiguiente desmotivación en el momento en que, por haber desconectado, se encuentra en un punto en el que ya no es capaz de comprender lo impartido. De esta forma, nos encontramos con varias alternativas:

- Para los temas solamente teóricos se emplea la lección magistral, intercalando ejemplos y realizando preguntas aclaratorias. También se utilizan estadísticas reales de macromagnitudes internacionales para que el/la alumno/a pueda observar y

comprender realidades concretas, así como informes actualizados, conectando de esta forma más fácilmente con la asignatura.

- En los temas teórico-prácticos se utiliza la lección magistral para la explicación de la teoría, pasando a continuación a la realización de ejercicios y a la aplicación del resto de métodos docentes. Resulta indispensable ir cuestión por cuestión, intercalando ejercicios con teoría y permitiendo que asimilen correctamente los diferentes conceptos y aclaren todas las dudas, puesto que esta asignatura está configurada para ir de menos a más, con la acumulación de conocimientos y, por tanto, debe quedar muy claro lo anterior para que el/la alumno/a no se encuentre perdido y pueda asimilar la materia siguiente.

#### 4.2.2. Aplicación de la metodología de resolución de ejercicios

Los ejercicios planteados se concretan en supuestos de análisis de macromagnitudes internacionales, con la utilización de datos que habrán de buscar en páginas webs de fuentes oficiales. Se realiza, por tanto, una abstracción de un problema, presentando al/la alumno/a las variables y valores básicos que lo definen, debiendo el/la alumno/a seleccionar las técnicas y conceptos teóricos conocidos que puedan conducir a la obtención de una solución de ese problema. Esta actividad ejercita y pone en práctica conocimientos previamente adquiridos, normalmente a través de la lección magistral. De esta forma, el aprendizaje se torna en significativo, siendo un método adecuado para la adquisición de conocimientos básicos que ha de aprender el/la alumno/a, siendo muy apropiado cuando se busca un conocimiento más avanzado y cercano a la realidad (Benito y Cruz, 2005; García-Martín, 2010; Sánchez, 2018).

#### 4.2.3. Aplicación del aprendizaje orientado a proyectos

Tras el desarrollo de las primeras clases, en las que el alumnado adquiere unos conceptos claves sobre el proceso de internacionalización de las empresas, el estudiante debe desarrollar un proyecto, con diferentes fases (inicio, identificación de tareas, ejecución de las mismas y elaboración de un documento final), en el que se detalle y de solución a distintas



cuestiones que debe afrontar una empresa que quiere exportar un determinado producto y ha de elegir un posible mercado de destino.

El método de proyectos implica la investigación para solucionar cuestiones en situaciones muy parecidas a la vida real. Los proyectos se usan para encontrar una solución a un problema, para desarrollar habilidades individuales y colectivas, para integrar teoría y práctica y para la preparación del/la alumno/a para las cuestiones que se le puedan plantear en su desarrollo profesional. Se trata de, a través de la experiencia y la reflexión, indagar sobre el tema que se les plantea y encontrar una respuesta abierta, lo que permite generar nuevas habilidades y conocimientos. El/La alumno/a asume una mayor responsabilidad en su proceso de aprendizaje, mientras que el docente actúa de guía para orientar sus acciones (Benito y Cruz, 2005; García-Martín, 2010).

Esta técnica lleva consigo la integración del aprendizaje en diferentes áreas y materias, con un trabajo interdisciplinar y un aprendizaje activo. Entra en juego la iniciativa y la toma de decisiones, centrándose en la autodirección, el autoaprendizaje y la autoevaluación, incentivando la creatividad, la colaboración y suponiendo una gran satisfacción para el/la alumno/a. Los estudiantes deben: trabajar en grupo, definir el proyecto y plan de trabajo, buscar información, proponer soluciones, entregar un informe escrito, exponer una presentación del proyecto y debatir el proyecto. Tiene como inconvenientes la posible brecha entre el conocimiento de los estudiantes y la práctica; la carencia de conocimientos y experiencias relacionadas con los contenidos a trabajar o la insuficiencia de motivación por parte de los/as alumnos/as pueden suponer un impedimento para el desarrollo de esta técnica. También la dificultad de la evaluación y la desorganización que se puede ocasionar debido a la flexibilidad y libertad del método, por lo que debe estar muy bien planificado (Sánchez, 2018).

El grupo de estudiantes, de la asignatura, “*Economic Internationalization*”, en el que se aplica este recurso didáctico, está caracterizado por ser muy heterogéneo, en él se encuentra alumnado de nacionalidad española y de otras nacionalidades. Al ser esta una materia que se imparte en el último curso del Grado de ADE, surge la necesidad de completar la formación de los/as alumnos/as considerando la posibilidad de que

los discentes elijan para realización del proyecto un producto de su zona de origen. Partiendo, por tanto, de los conocimientos adquiridos y siguiendo las instrucciones del docente, los/as alumnos/as, organizados por grupos, tendrán que investigar diferentes las cuestiones para poder llegar a realizar su informe y presentarlo de forma oral, asumiendo una mayor responsabilidad en su proceso de aprendizaje. La experiencia desarrollada durante los últimos cursos académicos muestra un elevado grado de satisfacción de los/as alumnos/as con esta tarea, ya que les permite conectar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas con su aplicación a cuestiones reales, iniciando un aprendizaje orientado a la acción, siendo muy importantes la toma de decisiones del/la alumno/a y la iniciativa, e incentivando la creatividad.

Este formato, “*learning by doing*”, que se basa en la participación activa del/la alumno/a, resulta ser de gran utilidad para la asimilación paulatina de los conocimientos en una asignatura de bastante complejidad, de último curso, lo cual permite que los/as alumnos/as sigan con más fluidez las lecciones y desarrollen una mayor implicación y motivación, al sentirse inmersos en su propio proceso del aprendizaje. Se trata de dejar a su alcance tanto el material teórico como la práctica de ejercicios, así como todos los recursos que ofrece internet, e irles dando indicaciones sobre la forma de proceder. De esta manera, los/as alumnos/as comentan entre ellos las posibles opciones, indagan en la búsqueda y se fomenta la competitividad, incrementando el interés. Al finalizar tendrán que presentar un informe y exponerlo de forma oral, además de responder a las cuestiones planteadas.

#### 4.3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ORIENTADA A PROYECTOS USANDO WEBQUEST EN LA ASIGNATURA “*ECONOMIC INTERNATIONALIZATION*”

Una vez impartidos los temas teóricos y la práctica de la asignatura, se pone en marcha la metodología por proyectos utilizando los recursos que internet ofrece a través del instrumento WebQuest. La actividad descrita se configura con la intención de acercar al alumnado a su vida profesional, que en este caso se encuentra muy próxima, y resulta muy motivante puesto que les permite aplicar no solamente los conocimientos

teórico-prácticos de la asignatura, sino también lo aprendido de forma global en la titulación y les permite adquirir capacidades relacionadas con la desenvolvatura que necesitarán en el futuro próximo, practicando además habilidades orales en el idioma inglés al tener que finalizar la tarea con la presentación del proyecto al resto de la clase y al profesor. El aprendizaje por proyectos y el uso de la WebQuest propicia la fácil adaptación de la asignatura a un alumnado diverso, que presenta importantes diferencias en función de su procedencia. Conviene referir que la tipología del alumnado es muy variada, dado que es cursada por españoles y extranjeros del Plan Propio de la UJA (matriculados en el Grado de ADE en inglés), por españoles matriculados a través del programa de bilingüismo (alumnos/as que pueden elegir asignaturas concretas en inglés, que pueden ser de la UJA y de otras universidades), y también por estudiantes Erasmus y de otros programas de movilidad.

La tarea que tienen que llevar a cabo es la siguiente: la elección de un producto de su zona geográfica de origen, por grupos, para a continuación realizar el análisis para su exportación, eligiendo entre los diferentes países de destino. Concretamente, se deben responder a las siguientes cuestiones, configuradas por el docente:

1. Identificación de la mercancía exportada, según la nomenclatura arancelaria.
2. Principales países importadores, demandantes en el mercado mundial.
3. Dinámica de las importaciones en mercado demandantes.
4. Condiciones económicas (nivel de renta, PIB per cápita, Balanza de pagos...) de los países netamente importadores.
5. Evolución de las exportaciones del país oferente a los posibles mercados de destino.
6. Aranceles que se deben pagar por la mercancía considerada en los posibles mercados de destino.
7. Requisitos no arancelarios exigidos por los países importadores.
8. Facilidad para desarrollar un negocio en destino.
9. Nivel de transparencia en el funcionamiento de las instituciones, en el país importador.

10. Valoración del riesgo-país.
11. Competidores internacionales en el país de destino.
12. Competidores nacionales en destino.
13. Empresas españolas que están exportando esa mercancía al país elegido.
14. Completar la información con estudios de mercado realizados por instituciones nacionales e internacionales.
15. Identificar posibles ayudas a la exportación.

Estas cuestiones se encuentran claramente planteadas con apoyo de material audiovisual, haciendo referencia además a ejemplos y a diferentes fuentes que los/as alumnos/as deben consultar para la realización de la tarea. La respuesta a los distintos puntos planteado se realiza a partir de la información obtenida en las páginas webs oficiales recomendadas por el docente, como pueden ser las de Comtrade, Harvard University, World Bank, International Monetary Fund, International Trade Center, COFACE, etc. En todo momento el alumnado estará recibiendo *feedback* del docente, resolviendo dudas que le puedan surgir. La ejecución del proyecto tiene un carácter integrador, motivador, refuerza el interés del alumnado, su nivel de implicación y, sobre todo, contribuye muy positivamente al rendimiento del aprendizaje. Por otro lado, el hecho de que en el aula participen alumnos/as de diferentes países, con una gran heterogeneidad cultural, contribuye a que los proyectos sean muy diferentes, lo que refuerza el aprendizaje.

#### 4.4. SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA “*ECONOMIC INTERNATIONALIZATION*”

La evaluación se realiza en diferentes etapas, atendiendo a la participación que haya mostrado el alumnado, el dominio de conocimientos, a partir de los resultados alcanzados en los exámenes tipo test realizados, y la entrega y exposición de actividad que resulta de la WebQuest.

1. La parte que se corresponde con la lección magistral y la realización de ejercicios queda evaluada con los exámenes tipo test. Este sistema es necesario para garantizar la adquisición

de los fundamentos que permitan la realización del proyecto final.

2. La última parte de aprendizaje por proyectos se evalúa a partir de dos opciones: la primera, la realización y entrega de un informe final, que podrá tener un formato libre, pero deberá haber sido realizado atendiendo a las instrucciones proporcionadas por el docente. También puede incluir otras cuestiones particulares o de interés, si el/la alumno/a así lo considera. La segunda parte de la evaluación se fundamenta en la exposición grupal del trabajo, en el idioma inglés, lo que conlleva que el/la alumno/a prepare con bastante dedicación su intervención, acudiendo en todo momento al profesor para comprobar que va por buen camino. Cada grupo de estudiantes a la hora de realizar su exposición tiene libertad de formato, estando la duración restringida a 15 minutos y debiendo atender a los comentarios y responder a las cuestiones planteadas por parte de sus compañeros y del profesor. El contacto continuo es la primera herramienta para valorar las competencias adquiridas y también la propia exposición, ya que en ella se muestran múltiples destrezas: analítica, de síntesis, de comunicación y de comprensión, puesto que se le realizan preguntas al final de la misma.

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El aprendizaje por proyectos es una didáctica cada vez más empleada en la docencia, que favorece el desarrollo de competencias específicas en el alumnado, a partir de la resolución de cuestiones planteadas por el docente, similares al mundo real, empleando la investigación y el aprendizaje adquirido y, en el caso analizado, la información disponible en internet. Las webs recomendadas, visitadas por los estudiantes, en la búsqueda de la respuesta a las preguntas formuladas, son las que habitualmente utilizan las empresas españolas que deciden vender parte de su producción en los mercados internacionales. En todos los casos se trata de portales de información de instituciones internacionales y nacionales como son la Organización Mundial de Comercio, el Banco

Mundial, la organización Transparencia internacional, la Secretaría de Estado de Comercio del Ministerio de Industria comercio y Turismo, ICEX- España Exportación e Inversiones o Extenda-Agencia Andaluza de Promoción Exterior.

El proceso seguido en el desarrollo de las tareas: inicio, planificación de actividades, ejecución, revisión y control y, finalmente, el cierre, con la obtención de un documento final hace al/la alumno/a protagonista de su aprendizaje. Esta metodología adquiere una mayor relevancia en términos de utilidad y motivación al estar completada con el uso de las TIC, a través del recurso WebQuest, que facilita el proceso de investigación a partir de realización de diferentes búsquedas en internet, para finalmente dar como resultado un documento que será presentado al resto de la clase y que servirá para la evaluación.

Atendiendo a los resultados obtenidos, a partir de las opiniones recogidas entre el alumnado participante en esta experiencia, se puede concluir que están muy satisfechos con la metodología activa de enseñanza aplicada y opinan que los materiales facilitados han contribuido muy favorablemente a la realización de las distintas tareas. Además, confirman que les ha ayudado a mejorar sus competencias TIC y de comunicación. No obstante, consideran que han tenido que emplear bastante tiempo en recopilar, ordenar, analizar y comprender la información necesaria para responder a las preguntas planteadas y, en algunos casos, ha sido difícil el desarrollo del trabajo en equipo. En relación a los resultados académicos durante el curso analizado, conviene apuntar que fueron muy satisfactorios, pues el 100% de los matriculados aprobó la asignatura, en primera convocatoria. Por todo ello, consideramos adecuado seguir aplicando y, en la medida de lo posible, mejorando esta práctica didáctica, que permite acercar al estudiante al mundo real de la internacionalización empresarial.

## 6. REFERENCIAS

- Área-Moreira, M. (2008). La innovación pedagógica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales. *Revista de Investigación en la Escuela*, 64, 5-17.
- Benito, Á. y Cruz, A. (2005). Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior: en el Espacio Europeo de Educación Superior (Vol. 10). Narcea Ediciones.
- Bennett, E., Mims, N. y McKenzie, B. (2022). Assessing Distributed Learning: Student Perceptions and Future Directions. *Society for Information Technology and Teacher Education International Conference*, 2379-2382.
- Caridad, M., Morales, A.M. y López, F. (2014). La estrategia Europa 2020 y la Sociedad de la Información como instrumentos de cohesión e integración en época de crisis. ¿Utopía o realidad? *Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información*, 28(64), 101-115.
- De-Pablos-Pons, J. D. y Villaciervos Moreno, P. (2005). El Espacio Europeo de Educación Superior y las tecnologías de la información y la comunicación. Percepciones y demandas del profesorado. *Revista de Educación*.
- Dodge, B. (1997). Some thoughts about WebQuests. <https://bit.ly/3BQYqJl>
- Esteve, F. (2016). Bolonia y las TIC: de la docencia 1.0 al aprendizaje 2.0. *La Cuestión Universitaria*, 5, 58-67.
- European Commission (2013). Opening up education: innovative teaching and learning for all through new technologies and open educational resources. <https://bit.ly/3MoTMac>
- García-Martín, A. (2010). Manual de elaboración de guías docentes adaptadas al EEES. <https://bit.ly/425XN9o>
- Johnson, R. y Johnson, D. (1998). An overview of cooperative learning. En A. Thousand-Villa y A. Nevin (Eds.), *Creativity and Collaborative Learnings* (35-39). Brookes Press.
- Khvilon, E. y Patru, M. (2022). Las Tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente: guía de planificación. División de Educación Superior, UNESCO.
- March, T. (1998). Why webQuests. An introduction. <https://bit.ly/3qblehw>
- OECD. (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection*. OECD Publishing.
- Sánchez, M. (2018). *Estilos de aprendizaje y métodos de enseñanza*. Editorial UNED.

# VALIDACIÓN DE UN INSTRUMENTO PARA EVALUAR LA COMPETENCIA DE TRABAJO EN EQUIPO EN EL CICLO FORMATIVO DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

---

JORGE NIETO-ORTIZ

*Universidad a Distancia de Madrid*

JULIÁN ROA GONZÁLEZ

*Universidad a Distancia de Madrid*

DAVID LIZCANO CASAS

*Universidad a Distancia de Madrid*

## 1. INTRODUCCIÓN

El trabajo en equipo es una competencia que se recoge de manera muy sucinta en currículo del título de Técnico Superior en Administración y Finanzas, en España. De hecho, prácticamente se limita a una de las competencias profesionales, personales y sociales, así como a uno de los objetivos generales del título (Real Decreto 1584/2011).

Sin embargo, los «informes de prospección y detección de necesidades formativas», —desde el año 2016 hasta el 2022— recogen algunas necesidades formativas relacionadas, como: las técnicas de trabajo en equipo, su organización y planificación, las relaciones con trabajadores y clientes, las habilidades comunicativas, la gestión del cambio, el tiempo y la diversidad, habilidades de negociación, la anticipación de conflictos, etc. (Observatorio de las Ocupaciones, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022). Lo cual, invita a pensar que la necesidad de adquirir aquellas habilidades relacionadas con el trabajo en equipo no es un fenómeno puntual y aislado, sino más bien una tendencia que se lleva observando, al menos, durante los últimos años. Por otra parte, y en esta misma línea, los principios pedagógicos que rigen, en la actualidad, la



etapa de Educación Secundaria Obligatoria, recogen la promoción del trabajo equipo, como elemento que es necesario atender para determinar el «Perfil de salida» del alumnado (Real Decreto 217/2022). Por tanto, se puede apreciar que, aunque las habilidades relacionadas con el trabajo en equipo abarcan las diferentes etapas educativas, es especialmente relevante en Administración y Finanzas, debido a que es intrínseca a su perfil profesional. En consecuencia, esta competencia es demandada en su entorno profesional, aunque no esté recogida, en toda su dimensión, en el currículo oficial. Por lo cual, si se pretende que las enseñanzas de formación profesional sigan teniendo un impacto positivo en la empleabilidad de sus egresados, el sistema debe adaptarse a las necesidades demandadas en el mercado de trabajo.

En relación con el perfil profesional específico de Administración y Finanzas, abarca los procesos comerciales, laborales, contables, fiscales y financieros de las empresas, y a su vez, los egresados pueden ejercer su actividad profesional en cualquier sector productivo, especialmente servicios (Real Decreto 1584/2011). Por tanto, se trata de uno de los perfiles profesionales de Formación Profesional más transversales, en relación con la movilidad funcional, y polivalentes, en relación con la actividad profesional en los diferentes sectores económicos (Fundación Bertelsmann, 2020; Instituto Nacional de las Cualificaciones [IN-CUAL], 2002). Ante lo cual, la adquisición de las competencias técnico-profesionales, propias de su perfil profesional, parece que deba ser complementada con otras de carácter más transversal, si se pretende dar una formación más holística que responda globalmente a las diferentes funciones que puede desempeñar el egresado en el futuro. En el caso particular del trabajo en equipo, se trata, sin duda, de una competencia con un marcado carácter transversal, que puede mostrarse en las diferentes funciones desempeñadas y en cualquier sector económico. Lo cual, lleva a pensar que su adquisición debe abarcar el ciclo en su conjunto, y no aisladamente en módulos concretos, aunque haya alguno de ellos que sean más proclives a su adquisición, como son: *Formación en centros de trabajo*, *Proyecto de administración y finanzas*, *Simulación empresarial* o *Formación y orientación laboral* (Nieto, 2020). De este modo, si se pretende fomentar, específicamente, la adquisición de la

competencia trabajo en equipo en Administración y Finanzas, parece ineludible abordar la evaluación, para garantizar su adecuada obtención.

En este sentido, es preciso resaltar que la evaluación es un proceso esencial en las enseñanzas técnicas y profesionales, debido a que pone de manifiesto aquello que debe ser aprendido y cómo aprenderlo. Por lo cual, se trata de un recurso didáctico que permite orientar adecuadamente los procesos formativos para lograr mejores tasas de desempeño, a través de la emisión de un *feedback* adecuado. De esta forma, los procesos formativos se proyectan hacia la mejora continua (Blas, 2007, Hamodi et al., 2015; van der Klink et al., 2007, McDonald, 2000; Moreno, 2012; Villardón, 2006). A su vez, la evaluación permite recabar información relevante sobre el desempeño, lo que permite la toma de decisiones para adecuar los procesos a las necesidades formativas de los estudiantes. De este modo, se opta por una conceptualización de la evaluación con una marcada vocación formativa, por encima de certificadora o de resultados finales (Arregui, 2017, Carvajal et al., 2020; Calle-Álvarez, 2020). No obstante, es preciso tener también en cuenta que la introducción de las competencias en los diseños curriculares ha sido a menudo artificiosa, lo que conlleva a que no se haya logrado una verdadera integración del constructo en los programas formativos (Fernández y Gijón, 2012). Por lo cual, son necesarios referentes, teóricos y prácticos, para poder evaluar adecuadamente las competencias (Moreno, 2012). De este modo, se podría afirmar que una de las grandes dificultades para evaluar las competencias es inherente a la propia observación social, que es, precisamente, la dificultad para medir conceptos, que en su mayor parte son de carácter teórico y abstracto. Lo cual, implica que no son medibles, al menos directa y cuantitativamente (Ballesteros, 2001). Por consiguiente, es preciso desagregar las competencias en indicadores, que puedan ser observados directamente, y categorizar los diferentes niveles de desempeño a modo de rúbrica, que es, tal vez, el instrumento por excelencia para evaluar las competencias. De este modo, cada categorización representaría un «valor» de tipo cualitativo y, por tanto, representativo de un nivel de desempeño determinado (Nieto-Ortiz y Cacheiro, 2021). A la luz de los antecedentes expuestos, se sugiere

la siguiente pregunta de investigación, ¿cómo evaluar la competencia de trabajo en equipo en Administración y Finanzas?

## 2. OBJETIVOS

Por consiguiente, en este marco conceptual, se plantea el siguiente objetivo general, con el propósito de dar respuesta a la pregunta de investigación expuesta: «proponer un instrumento de evaluación que permita evaluar el trabajo en equipo en Administración y Finanzas» (OG). De este modo, se establecen, a su vez, los siguientes objetivos específicos:

1. Elaborar un instrumento de evaluación que permita medir cualitativamente el desempeño relacionado con el trabajo en equipo (OE1).
2. Validar el instrumento de evaluación elaborado (OE2).

## 3. METODOLOGÍA

Para desarrollar la metodología del estudio, es preciso desagregarla en dos fases distintas, correspondientes a los dos objetivos específicos planteados. De este modo, con el propósito de lograr el primero de ellos, se diseñó un instrumento de evaluación, en forma de rúbrica, con el que medir el desempeño relacionado con el trabajo en equipo. Para lo cual, se basó en el estudio de Nieto-Ortiz y Cacheiro (2021), en que se propone un modelo evaluativo basado en la operativización de los elementos curriculares. A su vez, se dividió en dos pasos distintos y consecutivos: elaborar los indicadores y establecer los diferentes niveles de desempeño asociados a cada uno de ellos.

En cuanto a la elaboración de los indicadores, se procuró que englobaran todas las dimensiones relacionadas con el trabajo en equipo, que aparecen en los diferentes «informes de prospección y detección de las necesidades formativas» de los últimos años, tal y como se muestra a continuación (Observatorio de las Ocupaciones, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022).

**TABLA 1.** Dimensiones o aspectos que integran la competencia trabajo en equipo.

Dimensión	Descriptor
Participación	El grado de participación en las actividades grupales.
Comunicación	La forma de comunicarse con los demás miembros del equipo.
Integración	El grado de integración en las dinámicas grupales.
Liderazgo	El liderazgo ejercido dentro del equipo.
Resultados	La orientación al logro de resultados.
Resolución de conflictos	La resolución de los posibles conflictos que puedan surgir en el equipo.
Gestión de los tiempos y recursos	La gestión de los tiempos y recursos.

Fuente: elaboración propia

En cuanto a los niveles de desempeño, se establecen dos tipos de categorizaciones, complementarias entre sí, para asignar un valor de tipo «cualitativo». La primera es de tipo dicotómico —«no competente» y «competente»— y la segunda de tipo politómico, de cuatro niveles, tal y como se muestran a continuación, con sus respectivas correspondencias.

**TABLA 2.** Correspondencia entre los dos tipos de categorizaciones para asignar un valor cualitativo de desempeño.

Primera categorización		Segunda categorización	
Nivel	Descriptor	Nivel	Descriptor
<i>No competente</i>	Los resultados muestran un nivel de desempeño en el que no se ha alcanzado la competencia requerida.	<i>Nivel 1</i>	Los resultados muestran un nivel de desempeño «no competente», en que se está todavía lejos de alcanzar la competencia requerida.
		<i>Nivel 2</i>	Los resultados muestran un nivel de desempeño «no competente», en que se está relativamente cerca de alcanzar la competencia requerida.
<i>Competente</i>	Los resultados muestran un nivel de desempeño en el que se ha alcanzado la competencia requerida.	<i>Nivel 3</i>	Los resultados muestran un nivel de desempeño «competente», en que no se ha alcanzado completamente la competencia requerida.
		<i>Nivel 4</i>	Los resultados muestran un nivel de desempeño «competente», en que se ha alcanzado completamente la competencia requerida.

Fuente: Nieto-Ortiz y Cacheiro (2021)

Como se puede apreciar, los diferentes niveles de desempeño implican la aceptación de un tipo de medida de tipo «cualitativo» o «categórico», debido a que los indicadores tomarían un único «valor» entre los propuestos, dentro un conjunto.

En cuanto a la consecución del segundo objetivo específico, se diseñó un cuestionario sobre el instrumento de evaluación propuesto inicialmente. Posteriormente, fue enviado a un grupo de expertos, de los cuales, se obtuvieron 23 respuestas. Por consiguiente, se trata de un estudio de tipo exploratorio. En cuanto al perfil, se envió a aquellos que su formación y trayectoria profesional formara parte del entorno de Administración y Finanzas. No obstante, el perfil se podía dividir en dos grandes categorías: doctores universitarios y profesores de Formación Profesional. En cuanto al objetivo fundamental, ha sido recoger todas sus aportaciones e incorporarlas al instrumento de evaluación inicial. A este respecto, se utilizaron dos tipos de preguntas. La primera consistió en una escala *Likert* sobre la pregunta propuesta. Para lo cual, se establecieron 5 niveles, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

**TABLA 3.** Escala *Likert*.

<b>Significado</b>	Escala Likert de 5 niveles
<b>En desacuerdo.</b>	1: Muy en desacuerdo.
	2: En desacuerdo.
<b>Indiferente</b>	3: Indiferente.
<b>De acuerdo.</b>	4: De acuerdo.
	5: Muy de acuerdo.

Fuente: Elaboración propia

La segunda, consistió en respuestas abiertas sobre lo valorando en cada momento. De este modo, se recoge, a continuación, una síntesis sobre el cuestionario diseñado para valorar el instrumento de evaluación en su conjunto, los aspectos que integran el trabajo en equipo, los indicadores propuestos y los diferentes niveles de desempeños planteados.

**TABLA 4.** Cuestionario destinado a validar el instrumento de evaluación propuesto.

<b>Aspecto o dimensión de la competencia trabajo en equipo</b>			
<i>Escala Likert (5 niveles)</i>			
¿Crees que es necesario incluir esta dimensión propia del trabajo en equipo?			
<i>Respuesta abierta</i>			
Escriba aquellos comentarios o propuestas de mejora, que crea convenientes, sobre los «aspectos» o «dimensiones» de la competencia trabajo en equipo.			
<i>Respuesta abierta</i>			
¿Incluiría algún otro «aspecto» o «dimensión» relacionado con la competencia trabajo en equipo?			
Indicador			
<i>Escala Likert (5 niveles)</i>			
¿Crees que este indicador se ajusta a la dimensión en que se enmarca?			
<i>Respuesta abierta</i>			
Escriba aquellos comentarios o propuestas de mejora, que crea convenientes, sobre el «indicador» propuesto para medir la competencia trabajo en equipo.			
Niveles de desempeño			
No competente		Competente	
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
<i>Escala Likert (5 niveles)</i>			
¿Crees que este nivel se ajusta al valor del desempeño que le corresponde?			
<i>Respuesta abierta</i>			
Comentarios o propuestas de mejora al nivel 1 propuesto.	Comentarios o propuestas de mejora al nivel 2 propuesto.	Comentarios o propuestas de mejora al nivel 3 propuesto.	Comentarios o propuestas de mejora al nivel 4 propuesto.
<i>Respuesta abierta</i>			
Escriba aquellos comentarios o propuestas de mejora, que crea convenientes, al «indicador» y los «niveles de desempeño» propuestos.			
<i>Escala Likert (5 niveles)</i>			
¿Crees que el instrumento propuesto permite evaluar adecuadamente la competencia «trabajo en equipo» en Administración y Finanzas?			
<i>Respuesta abierta</i>			
Escriba aquellos comentarios o propuestas de mejora, que crea convenientes, al instrumento de evaluación propuesto.			

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, se recoge, a continuación, los resultados obtenidos, según la metodología propuesta.

#### 4. RESULTADOS

Seguidamente, en este apartado, se muestran los resultados obtenidos de la primera fase del estudio, acerca de la elaboración de un instrumento para evaluar el trabajo en equipo en Administración y Finanzas. Por lo cual, se recoge, a continuación, una síntesis de aquellas dimensiones, extraídas de los diferentes «informes de prospección y detección de

necesidades formativas», que integran el trabajo en equipo y los correspondientes indicadores de desempeño (Observatorio de las Ocupaciones, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022).

**TABLA 5.** Correspondencia entre las dimensiones que integran el trabajo en equipo y los indicadores de desempeño.

Aspecto	Indicador de desempeño
Participación	Participa activamente en la elaboración de las actividades encomendadas y/o en la resolución de los problemas propuestos.
Comunicación	Comunica asertivamente a los demás miembros del equipo su posición para resolver las tareas encomendadas y/o los problemas propuestos.
Integración	Fomenta la integración de todos los miembros del equipo para resolver las tareas encomendadas y/o los problemas propuestos.
Liderazgo	Lidera puntualmente los procesos encaminados a resolver las tareas encomendadas y/o los problemas propuestos.
Resultados	Contrasta los resultados obtenidos con el resto de miembros del equipo.
Resolución de conflictos	Resuelve los conflictos grupales que puedan surgir.
Gestión de los tiempos y recursos	Elabora las actividades grupales encomendadas y/o los problemas propuestos en la forma y los tiempos establecidos.





Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, los informes recogen algunas dimensiones que son más o menos estables en el tiempo, como las indicadas. No obstante, las relacionadas con el liderazgo, la organización de las tareas y el tiempo y la anticipación de conflictos han aparecido en los últimos años (Observatorio de las Ocupaciones, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021). A su vez, como defiende Álvarez (2008), “no todo lo que el alumno aprende es reducible a una ejecución o realización o a una evidencia inmediata, comprobable, demostrable, en la inmediatez del aula” (p. 17). Por lo cual, se han seleccionado únicamente aquellas que puedan ser objeto de medición a través de la observación directa, de tal modo, que se han omitido las que no cumplieran con esta propiedad.

Por otra parte, se puede comprobar que los indicadores no podrían operativizarse, *a priori*, de ningún «resultado de aprendizaje» o «criterio de evaluación» que aparezca explícitamente recogido en el currículo de Administración y Finanzas. Lo cual, implica que el «trabajo en equipo» es una competencia con un marcado carácter transversal, por lo que complementaría a aquellas de técnico-profesionales, inherentes al propio perfil de Administración y Finanzas (Nieto, 2020; Nieto-Ortiz y

Cacheiro, 2021). De este modo, se elabora una rúbrica (instrumento de evaluación) en que se recogen los indicadores de desempeño anteriores y los diferentes niveles expuestos con anterioridad.

**TABLA 6.** Instrumento para evaluar el trabajo en equipo en Administración y Finanzas.

Niveles de desempeño				
Atributo	No competente		Competente	
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
				
<b>Participación</b>	No participa o participa muy puntualmente.	-	Participa en la elaboración de las actividades encomendadas y/o en la resolución de los problemas propuestos, pero su participación es a instancias de los demás miembros del grupo.	Participa activamente en la elaboración de las actividades encomendadas y/o en la resolución de los problemas propuestos.
<b>Comunicación</b>	No escucha activamente las proposiciones de los demás y no expone claramente su posición.	Escucha activamente las proposiciones de los demás, pero no expone claramente su posición.	Escucha activamente las proposiciones de los demás y expone claramente su posición, pero no adapta convenientemente su discurso al contexto.	Escucha activamente las proposiciones de los demás y expone claramente su posición, adaptando convenientemente su discurso al contexto.
<b>Integración</b>	No integra o dificulta la integración de uno o varios miembros del equipo.	Fomenta activamente la integración de uno o varios miembros del equipo, pero paralelamente excluye a uno o varios de ellos.	Fomenta activamente la integración de uno o varios miembros del equipo, pero no todos.	Fomenta activamente la integración de todos los miembros del equipo.
<b>Liderazgo</b>	No lidera o ejerce un liderazgo autoritario que no está basado en la argumentación fundamentada.	-	Lidera puntualmente alguno de los procesos, pero sus argumentos no están suficientemente fundamentados.	Lidera puntualmente alguno de los procesos utilizando la argumentación fundamentada.
<b>Resultados</b>	No contrasta los resultados obtenidos.	Muestra los resultados obtenidos con reticencias.	-	Contrasta activamente los resultados obtenidos.



<b>Resolución de conflictos</b>	No resuelve los conflictos que puedan surgir.	-	Resuelve proactivamente los conflictos que puedan surgir, pero no emplea una comunicación asertiva.	Resuelve proactivamente los conflictos que puedan surgir mediante una comunicación asertiva.
<b>Gestión de los tiempos y recursos</b>	No elabora las actividades encomendadas y/o los problemas propuestos, o los elabora, pero no en tiempo y/o en forma.	Elabora las actividades encomendadas y/o los problemas propuestos en forma, pero no en los tiempos establecidos.		Elabora las actividades encomendadas y/o los problemas propuestos en la forma y los tiempos establecidos.

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se muestran los resultados obtenidos de la segunda fase del estudio, acerca de la validación del instrumento para evaluar el trabajo en equipo en Administración y Finanzas.

**TABLA 7.** Resultados del cuestionario relativos a las dimensiones del trabajo en equipo.

¿Crees que es necesario incluir estas «dimensiones» o «aspectos» propias del trabajo en equipo?										
1	2	3	4	5	NS/NC	Total	Med.	Valoración	Desv.	CV
Participación										
0	0	0	3	20	0	23	4,87	Totalmente de acuerdo	0,34	0,07
Comunicación										
0	0	0	5	18	0	23	4,78	Totalmente de acuerdo	0,41	0,09
Integración										
0	0	2	6	14	1	23	4,55	Totalmente de acuerdo	0,66	0,14
Liderazgo										
0	0	1	10	12	0	23	4,48	Totalmente de acuerdo	0,58	0,13
Resultados										
0	0	0	4	18	1	23	4,82	Totalmente de acuerdo	0,39	0,08
Resolución de conflictos										
0	0	0	4	19	0	23	4,83	Totalmente de acuerdo	0,38	0,08
Gestión de los tiempos y recursos										
0	0	1	6	16	0	23	4,65	Totalmente de acuerdo	0,56	0,12
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>38</b>	<b>117</b>	<b>2</b>	<b>: Totales</b>				

\*1=Totalmente en desacuerdo, 2=En desacuerdo, 3=Indiferente, 4=De acuerdo, 5=Totalmente de acuerdo

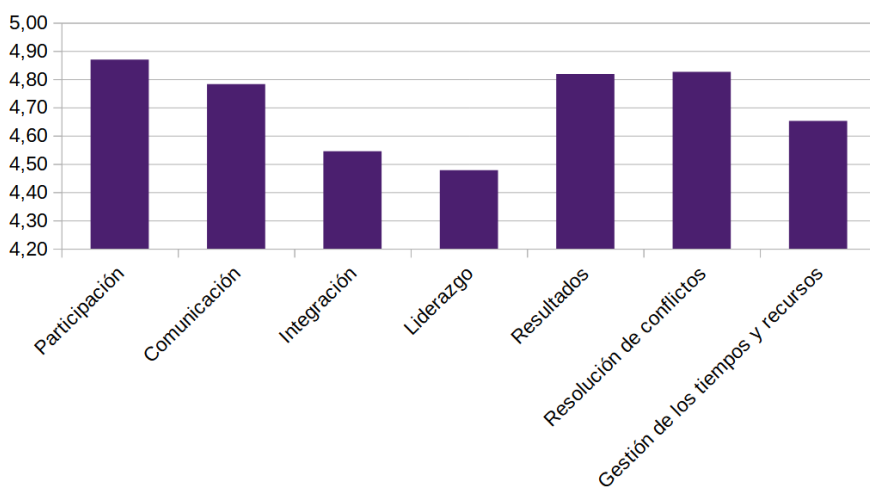
\*\*NS/NC=No sabe/no contesta

\*\*\* Med.=Media aritmética; Desv.=Desviación estándar; CV=Coefficiente de variación

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos muestran un alto grado de consenso —y baja variabilidad (CV)— relativo a la inclusión de las dimensiones propuestas que integran el trabajo en equipo. En este sentido, el «liderazgo» es el que ha obtenido un resultado inferior, por lo que podría considerarse, en realidad, como una competencia en sí misma, si se considera que debe ser evaluado en otros contextos, además de como integrante del «trabajo en equipo». A continuación, se muestra gráficamente los resultados obtenidos (media aritmética) de cada dimensión.

**GRÁFICO 1.** Resultados del cuestionario relativos a las dimensiones del trabajo en equipo.



*Nota:* Elaboración propia.

En cuanto a otras «dimensiones» que se pudieran incorporar a las ya preestablecidas, se recogieron algunas como: el compromiso y la implicación, la responsabilidad, el «saber estar», la motivación, la escucha, la organización de tareas e, incluso, el uso de herramientas digitales.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos relativos a los indicadores de desempeño.

**TABLA 8.** Resultados del cuestionario relativos a los indicadores asociados a cada dimensión

¿Crees que este indicador se ajusta a la dimensión en que se enmarca?										
1	2	3	4	5	NS/NC	Total	Med.	Valoración	Desv.	CV
Participa activamente en la elaboración de las actividades encomendadas y/o en la resolución de los problemas propuestos.										
0	0	0	6	17	0	23	4,74	Totalmente de acuerdo	0,44	0,09
Comunica asertivamente a los demás miembros del equipo su posición para resolver las tareas encomendadas y/o los problemas a propuestos.										
0	0	0	6	17	0	23	4,74	Totalmente de acuerdo	0,44	0,09
Fomenta la integración de todos los miembros del equipo para resolver las tareas encomendadas y/o los problemas propuestos.										
0	0	1	6	16	0	23	4,65	Totalmente de acuerdo	0,56	0,12
Lidera puntualmente los procesos encaminados a resolver las tareas encomendadas y/o los problemas propuestos.										
0	0	2	8	13	0	23	4,48	Totalmente de acuerdo	0,65	0,15
Contrasta los resultados obtenidos con el resto de miembros del equipo.										
0	0	1	8	14	0	23	4,57	Totalmente de acuerdo	0,58	0,13
Resuelve los conflictos grupales que puedan surgir.										
0	0	1	8	14	0	23	4,57	Totalmente de acuerdo	0,58	0,13
Elabora las actividades grupales encomendadas y/o los problemas propuestos en la forma y los tiempos establecidos.										
0	0	0	5	18	0	23	4,78	Totalmente de acuerdo	0,41	0,09
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>47</b>	<b>109</b>	<b>0</b>	<b>: Totales</b>				

\*1=Totalmente en desacuerdo, 2=En desacuerdo, 3=Indiferente, 4=De acuerdo, 5=Totalmente de acuerdo

\*\*NS/NC=No sabe/no contesta

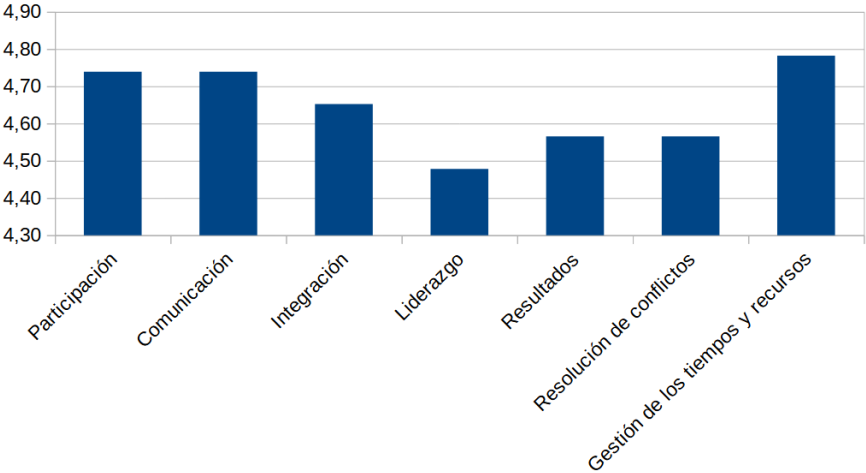
\*\*\* Med.=Media aritmética; Desv.=Desviación estándar; CV=Coefficiente de variación

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran, también, un alto grado de consenso —y baja variabilidad (CV)— relativos a las dimensiones que integran el trabajo en equipo. No obstante, son algo inferiores respecto a la dimensión con la que se corresponden. Solamente el indicador que hace referencia a la «gestión de los tiempos y los recursos» es algo más alto que a su dimensión correspondiente. Lo cual, podría revelar la dificultad inherente a la elaboración de las rúbricas, en que los indicadores deben englobar, en

su totalidad, la dimensión a la que se corresponde. A continuación, se muestra gráficamente los resultados obtenidos (media aritmética) de cada indicador.

**GRÁFICO 2.** Resultados del cuestionario relativos a los indicadores asociados a cada indicador.



Nota: Elaboración propia

En lo concerniente a los comentarios relativos a cada una de las dimensiones, se recabaron los siguientes. En cuanto a la «comunicación», se recogió la necesidad de incluir habilidades de persuasión. En cuanto al «liderazgo», se hizo la observación de que no todos los miembros de un equipo pueden o deben liderar, por lo que habría que valorarse también la capacidad de seguir un liderazgo que haya aparecido. Además, se hace también referencia a la inclusión del «liderazgo socio-emocional». Por otra parte, se recomienda comenzar el indicador con la expresión “conoce y aplica técnicas de liderazgo...”. En cuanto a los «resultados», se recoge la necesidad comprobar que las acciones se están dirigiendo hacia el resultado de que desea obtener. Por otra parte, recomienda comenzar el indicador con la expresión “revisa y contrasta...”. En cuanto a los «conflictos», se hace la observación de que estos, tal vez, no sean resueltos por una persona, sino por varias. Por lo que habría que evaluar el interés y las acciones dirigidas a su resolución. Por su parte, se

recomienda comenzar el indicador por “analiza y resuelve...”. En cuanto a la «gestión de los tiempos y recursos», se sugiere la necesidad de comprobar si hay algún miembro del grupo encargado de controlar los tiempos y los plazos de entrega. Lo cual, nos lleva, sin duda, a la necesidad de utilizar metodologías activas, como el «aprendizaje cooperativo», en que se establece roles para fomentar la interdependencia positiva entre los miembros del equipo.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos relativos a los niveles de desempeño.

**TABLA 9.** Resultados del cuestionario relativos a los niveles de desempeño.

¿Crees que este valor se ajusta al nivel de desempeño que le corresponde?										
1	2	3	4	5	NS/NC	Total	Med.	Valoración	Desv.	CV
<b>Participación</b>										
Nivel 1: No participa o participa muy puntualmente.										
0	1	1	5	16	0	23	4,57	Totalmente de acuerdo	0,77	0,17
Nivel 2: -										
0	0	0	7	16	0	23	4,70	Totalmente de acuerdo	0,46	0,10
Nivel 3: Participa en la elaboración de las actividades encomendadas y/o en la resolución de los problemas propuestos, pero su participación es a instancias de los demás miembros del grupo.										
0	0	0	7	16	0	23	4,70	Totalmente de acuerdo	0,46	0,10
Nivel 4: Participa activamente en la elaboración de las actividades encomendadas y/o en la resolución de los problemas propuestos.										
0	0	0	5	18	0	23	4,78	Totalmente de acuerdo	0,41	0,09
<b>Comunicación</b>										
Nivel 1: No escucha activamente las proposiciones de los demás y no expone claramente su posición.										
0	0	0	6	17	0	23	4,74	Totalmente de acuerdo	0,44	0,09
Nivel 2: Escucha activamente las proposiciones de los demás, pero no expone claramente su posición.										
0	0	1	6	16	0	23	4,65	Totalmente de acuerdo	0,56	0,12
Nivel 3: Escucha activamente las proposiciones de los demás y expone claramente su posición, pero no adapta convenientemente su discurso al contexto.										
0	0	0	6	17	0	23	4,47	Totalmente de acuerdo	0,44	0,09
Nivel 4: Escucha activamente las proposiciones de los demás y expone claramente su posición, adaptando convenientemente su discurso al contexto.										
0	0	0	7	16	0	23	4,70	Totalmente de acuerdo	0,46	0,10
<b>Integración</b>										
Nivel 1: No integra o dificulta la integración de uno o varios miembros del equipo.										
0	0	0	7	16	0	23	4,70	Totalmente de acuerdo	0,46	0,10
Nivel 2: Fomenta activamente la integración de uno o varios miembros del equipo, pero paralelamente excluye a uno o varios de ellos.										
0	2	0	6	15	0	23	4,48	Totalmente de acuerdo	0,88	0,20
Nivel 3: Fomenta activamente la integración de uno o varios miembros del equipo, pero no todos.										
0	1	0	7	15	0	23	4,57	Totalmente de acuerdo	0,71	0,16

Nivel 4: Fomenta activamente la integración de todos los miembros del equipo.										
0	0	0	6	17	0	23	4,74	Totalmente de acuerdo	0,44	0,09
<b>Liderazgo</b>										
Nivel 1: No lidera o ejerce un liderazgo autoritario que no está basado en la argumentación fundamentada.										
1	0	0	9	13	0	23	4,43	Totalmente de acuerdo	0,88	0,20
Nivel 2: -										
2	0	0	8	8	5	23	4,11	De acuerdo	1,20	0,29
Nivel 3: Lidera puntualmente alguno de los procesos, pero sus argumentos no están suficientemente fundamentados.										
0	0	0	9	14	0	23	4,61	Totalmente de acuerdo	0,49	0,11
Nivel 4: Lidera puntualmente alguno de los procesos utilizando la argumentación fundamentada.										
0	0	0	10	13	0	23	4,57	Totalmente de acuerdo	0,50	0,11
<b>Resultados</b>										
Nivel 1: No contrasta los resultados obtenidos.										
0	0	0	8	15	0	23	4,65	Totalmente de acuerdo	0,48	0,10
Nivel 2: Muestra los resultados obtenidos con reticencias.										
0	0	0	9	14	0	23	4,61	Totalmente de acuerdo	0,49	0,11
Nivel 3: -										
2	0	0	6	10	5	23	4,22	Totalmente de acuerdo	1,23	0,29
Nivel 4: Contrasta activamente los resultados obtenidos.										
0	0	0	7	16	0	23	4,70	Totalmente de acuerdo	0,46	0,10
<b>Resolución de conflictos</b>										
Nivel 1: No resuelve los conflictos que puedan surgir.										
0	2	1	4	16	0	23	4,48	Totalmente de acuerdo	0,93	0,21
Nivel 2: -										
2	0	1	5	9	6	23	4,12	De acuerdo	1,28	0,31
Nivel 3: Resuelve proactivamente los conflictos que puedan surgir, pero no emplea una comunicación asertiva.										
0	0	1	7	15	0	23	4,61	Totalmente de acuerdo	0,57	0,12
Nivel 4: Resuelve proactivamente los conflictos que puedan surgir mediante una comunicación asertiva.										
0	0	0	5	18	0	23	4,78	Totalmente de acuerdo	0,41	0,09
<b>Gestión de los tiempos y recursos</b>										
Nivel 1: No elabora las actividades encomendadas y/o los problemas propuestos, o los elabora, pero no en tiempo y/o en forma.										
0	0	0	8	15	0	23	4,65	Totalmente de acuerdo	0,48	0,10
Nivel 2: Elabora las actividades encomendadas y/o los problemas propuestos en forma, pero no en los tiempos establecidos.										
0	1	0	6	16	0	23	4,61	Totalmente de acuerdo	0,71	0,15
Nivel 3: -										
1	1	1	6	9	5	23	4,17	De acuerdo	1,12	0,27
Nivel 4: Elabora las actividades encomendadas y/o los problemas propuestos en la forma y los tiempos establecidos.										
0	1	0	7	15	0	23	4,57	Totalmente de acuerdo	0,71	0,16
<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>170</b>	<b>371</b>	<b>16</b>			<b>: Totales</b>		

\*1=Totalmente en desacuerdo, 2=En desacuerdo, 3=Indiferente, 4=De acuerdo, 5=Totalmente de acuerdo

\*\*NS/NC=No sabe/no contesta

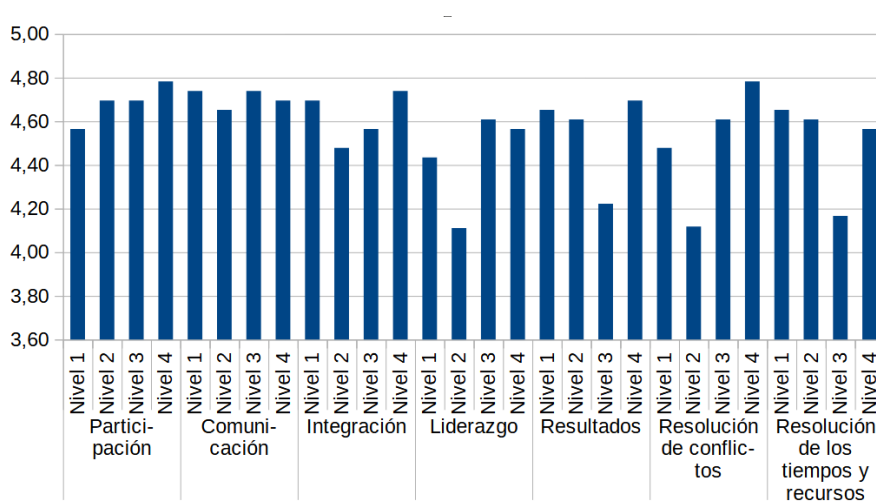
\*\*\* Med.=Media aritmética; Desv.=Desviación estándar; CV=Coefficiente de variación

Fuente: Elaboración propia

Por lo general, los resultados muestran un alto grado de consenso relativo al «valor» que representa cada nivel de desempeño planteado. No obstante, se aprecian dos fenómenos. El primero es que el grado de consenso (CV) es, comparativamente, más alto en los niveles 4 que en el resto. Lo cual, podría ser un reflejo de que existe un alto consenso sobre las expectativas de un «desempeño excelente», pero no tanto sobre otras graduaciones en que el desempeño es más pobre.

La segunda es que en los niveles donde no se ha recogido ningún nivel, muestran una gran variabilidad en los resultados, lo que podría revelar que no todos estarían de acuerdo con dejar ese nivel vacío. Lo cual, nos llevaría otra vez a la dificultad de valorar niveles «no excelentes» de desempeño. A continuación, se muestra gráficamente los resultados obtenidos (media aritmética) de los niveles pertenecientes a cada indicador.

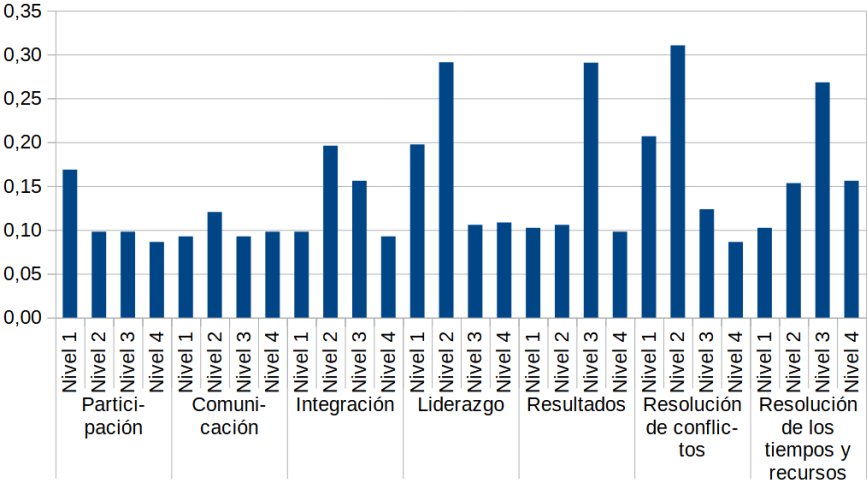
**GRÁFICO 3.** Resultados del cuestionario relativos a los niveles de desempeño.



Nota: Elaboración propia.

Como complemento, se muestra a continuación, gráficamente, el grado de variabilidad (CV) de los resultados obtenidos relativos a los niveles de desempeño.

**GRÁFICO 4.** Grado de variabilidad de los resultados relativos a los niveles de desempeño.



Nota: Elaboración propia

## 5. DISCUSIÓN

En lo que se refiere a la naturaleza del estudio, es de tipo exploratorio, por lo que era de esperar un tamaño de la muestra bastante reducido. No obstante, los resultados muestran, en general, un amplio consenso con relación a la rúbrica planteada, por lo que podría implantarse en un entorno educativo real, con un grado de aceptabilidad, *a priori*, bastante alto.

En cuanto a la capacidad para evaluar, tal vez, las cualidades humanas más interesantes son, precisamente, las más difíciles de evaluar, si es que no son imposibles, por razones inherentes a su propia naturaleza. En este grupo se podrían incluir la creatividad, el pensamiento crítico o la capacidad de análisis y síntesis. Sin embargo, esto no es un obstáculo para avanzar en la propuesta de nuevos modelos de evaluación que permitan evaluar las competencias propias de los diferentes perfiles profesionales de la FP. Para lo cual, la evaluación deberá situarse, necesariamente, en el terreno de lo observable. Tal y como defiende Ballesteros (2001), los constructos no pueden ser medidos directamente por su carácter teórico y abstracto (como las competencias), por lo que es



necesario recurrir a la operativización de conceptos para su medición a través de la observación directa.

Con relación a las dimensiones que construyen el «trabajo en equipo», se han incluido solamente aquellas que se ha creído que son intrínsecas a esta competencia. Por lo cual, se ha descartado otras como, las relaciones con trabajadores y clientes y las habilidades de negociación — que aparecían en los «informes de prospección y detección de necesidades formativas»—, por considerarse que se tratan de competencias, en sí mismas, perfectamente definibles y con identidad propia (Observatorio de las Ocupaciones, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022). De todos modos, es necesaria una adecuada definición de las competencias para evitar que las dimensiones que la componen se solapen con otras.

Complementariamente, se considera que este tipo de estudios, sobre la evaluación competencial, son necesarios para proponer nuevos modelos evaluativos que den respuesta al carácter dual que tendrá la formación profesional en los próximos años. En esta línea, las empresas tendrán un papel relevante en esta materia, debido a que tendrán que evaluar «resultados de aprendizaje» concretos, tanto en el *régimen general* como *intensivo*, en un marco de colaboración entre los centros de formación profesional y las empresas (Ley Orgánica 3/2022).

## 6. CONCLUSIONES

En cuanto al objetivo específico 1 (OE1), «elaborar un instrumento de evaluación que permita medir cualitativamente el desempeño relacionado con el trabajo en equipo», se ha elaborado siguiendo las directrices planteadas en la metodología con el objeto de que el instrumento fuera válido, en el sentido de que midiera aquello que dice medir.

En cuanto al objetivo específico 2, «validar el instrumento de evaluación elaborado.», se ha validado, como un paso previo a su puesta en práctica en un entorno educativo real. Por lo cual, la rúbrica propuesta podría implantarse en un entorno educativo real, con amplias garantías de aceptación por parte de sus usuarios.

Complementariamente, se podrían extraer algunas conclusiones más generales, a partir de los resultados obtenidos.

*Primera conclusión:* La evaluación debe situarse, en todo momento, en el terreno de lo observable. Para lo cual, son precisos, en ocasiones, procedimientos e instrumentos que permitan «medir» los desempeños de manera fiable, con independencia del observador y del contexto en que se aplique la situación de aprendizaje.

*Segunda conclusión:* Son necesarios criterios comunes para elaborar rúbricas válidas, debido a las posibles disensiones que se puedan dar a la hora de consensuar los indicadores de desempeño y, en especial, los diferentes niveles de logro. A este respecto, la aceptación de una serie de reglas contribuía, con toda probabilidad, a elaborar instrumentos de evaluación debidamente consensuados y válidos en su implantación. De tal forma, que se minimice el grado de incertidumbre propio del momento, el contexto y de quién evalúe (Carrizo, 2009).

*Tercera conclusión:* Algunos de los criterios para elaborar una rúbrica válida, son los siguientes:

- Definir con precisión las competencias a evaluar y las dimensiones que la componen, con el objeto de evitar solapamientos de dimensiones en dos o más competencias.
- Elaborar indicadores de desempeño, claros y precisos, sobre aquello que se pretende evaluar. De este modo, podrían incluirse uno o varios por dimensión, si fuera necesario.
- Graduar los niveles de desempeño para que puedan corresponderse a un nivel concreto de competencia. En este sentido, debería evitarse el número impar, con el objeto de evitar un valor medio e indeterminado sobre si se ha alcanzado la competencia o no. En este sentido, puede utilizarse graduaciones de tipo dicotómico o politómico de 4 niveles. En esta línea, podrían plantearse un número mayor de niveles, pero, *a priori*, podría dificultar la implantación del instrumento de evaluación en un entorno educativo real.

- Es necesario, en todo caso, un amplio consenso intersubjetivo entre los profesionales que lo apliquen, con el objetivo de reducir los posibles sesgos interpretativos derivados de la observación compartida. De este modo, se debería poder obtener los mismos resultados evaluativos o, al menos similares, con un margen de error aceptable, independientemente de la mirada de los diferentes evaluadores y del momento y contexto en que se produzca.

En cuanto a la pregunta de investigación planteada, ¿cómo evaluar el trabajo en equipo en Administración y Finanzas?, parece que la rúbrica sería el instrumento más adecuado, debido a que permite aunar las miradas de los intervinientes en la evaluación, a través de la observación directa de los desempeños. Por lo cual, se ofrece una rúbrica de evaluación, como propuesta para evaluar el trabajo en equipo en Administración y Finanzas, tal y como se recogía en el objetivo general.

Para concluir, se plantea la necesidad de proponer nuevos modelos de evaluación, aplicables a la Formación Profesional, que permitan dar respuesta a los retos que supone la generalización de la FP dual en los próximos años, así como, ofrecer información relevante al estudiante sobre su desempeño, con el propósito de contribuir a mejorarlo.

## 7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Este estudio se ha realizado como parte del programa de doctorado en Derecho y Sociedad de la Universidad a Distancia de Madrid. Agradecemos el apoyo desinteresado de aquellos que han participado en el estudio, pertenecientes a la Universidad a Distancia de Madrid, el IES Alonso de Avellaneda, el IES Humanejos, y GSD Las Suertes.

## 8. REFERENCIAS

Álvarez, J. M. (2008). Evaluar el aprendizaje en una enseñanza centrada en competencias. En J. Gimeno, *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo?* (pp. 206-234). Morata.

- Arregui, J. (2017). Las metodologías activas aplicadas a la Formación Profesional. Evaluación de un proyecto de cambio metodológico [Tesis doctoral, Universidad del País Vasco]. <https://addi.ehu.es/handle/10810/22805>
- Ballesteros, B. (2001). Técnicas e instrumentos para la recogida de información. En J. García, M. González y B. Ballesteros, Introducción a la investigación en educación. Tomo II. Universidad Nacional de Educación a la Distancia.
- Blas, F. de A. (2007). La Formación Profesional basada en la competencia. Avances en Supervisión Educativa (7), 1-20.
- Calle-Álvarez, G. Y. (2020). La rúbrica de autoevaluación como estrategia didáctica de revisión de la escritura. Revista de Investigación, Desarrollo E innovación, 10(2), 323-335. <https://doi.org/10.19053/20278306.v10.n2.2020.10628>
- Carrizo, W. (2009). La responsabilidad del docente frente a la evaluación. Pecunia: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de León, (9), 63-83.
- Carvajal, M. C., Barrios, L. M, y Pacovilca, O. V. (2020). Evaluación de aprendizaje y logro de capacidades adquiridas durante la formación profesional de los estudiantes de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2018. Revista Conrado, 16(73), 64-71.
- Fernández, M. y Gijón, J. (2012). Formación de profesionales basada en competencias. Journal for Educators, Teachers and Trainers (3), 109-119.
- Fundación Bertelsmann. (2020). Retos y Oportunidades de la FP dual por Familia profesional: Experiencia de los centros educativos. Fundación Bertelsmann.
- Hamodi, C., López, V. M., y López, A. T. (2015). Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior. Perfiles educativos, 37(147).
- Instituto Nacional de las Cualificaciones (2002). Guía Sectorial de la Formación de Profesionales en España. Madrid: Instituto Nacional de Empleo.
- Van der Klink, M., Boon, J. y Schlusmans, K. (2007). Competencias y formación profesional superior: presente y futuro. Revista Europea de formación profesional, 40, 74-91.
- Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional. Boletín Oficial del Estado, 78, de 1 de abril de 2022, 43546-43625.
- McDonald, R., Boud, D., Francis, J. y Gonczi, A. (1995). Nuevas perspectivas sobre evaluación. UNESCO, Sección para la Educación Técnica y Profesional.
- Moreno, T. (2012). La evaluación de competencias en educación. Sinéctica, 39, 1-20.

- Nieto, J. (2020). Análisis de las competencias transversales en la formación profesional de Administración y Finanzas desde la óptica de la empleabilidad en España. *Avances en Supervisión Educativa* (33). <https://doi.org/10.23824/ase.v0i33.669>
- Nieto Ortiz, J., y Cacheiro González, M. L. (2021). La evaluación de las competencias en la formación profesional desde un enfoque basado en los resultados de aprendizaje. *Revista Internacional de Organizaciones*, (27), 173–196. <https://doi.org/10.17345/rio27.173-196>
- Observatorio de las Ocupaciones. (2016). Informe de Prospección y Detección de las Necesidades Formativas 2016. Servicio Público de Empleo Estatal.
- Observatorio de las Ocupaciones. (2017). Informe de Prospección y Detección de las Necesidades Formativas 2017. Servicio Público de Empleo Estatal.
- Observatorio de las Ocupaciones. (2018). Informe de Prospección y Detección de las Necesidades Formativas 2018. Servicio Público de Empleo Estatal.
- Observatorio de las Ocupaciones. (2019). Informe de Prospección y Detección de las Necesidades Formativas 2019. Servicio Público de Empleo Estatal.
- Observatorio de las Ocupaciones. (2020). Informe de Prospección y Detección de las Necesidades Formativas 2020. Servicio Público de Empleo Estatal.
- Observatorio de las Ocupaciones. (2021). Informe de Prospección y Detección de las Necesidades Formativas 2021. Servicio Público de Empleo Estatal.
- Observatorio de las Ocupaciones. (2022). Informe de Prospección y Detección de las Necesidades Formativas 2021. Servicio Público de Empleo Estatal.
- Real Decreto 1584/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el Título de Técnico Superior en Administración y Finanzas y se fijan sus enseñanzas mínimas. *Boletín Oficial del Estado*, 301, de 15 de diciembre de 2011, 136657-136731.
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 76, de 30 de marzo de 2022, 41571-41789.
- Villardón, M. L. (2006). Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 57-76.

## LA ADECUACIÓN DE LAS HABILIDADES JUVENILES PARA EL TRABAJO DEL FUTURO

GEMA GARCÍA ROJAS

*Universidad Europea de Madrid*

FEDERICO SOTO GONZÁLEZ

*Universidad Europea de Madrid*

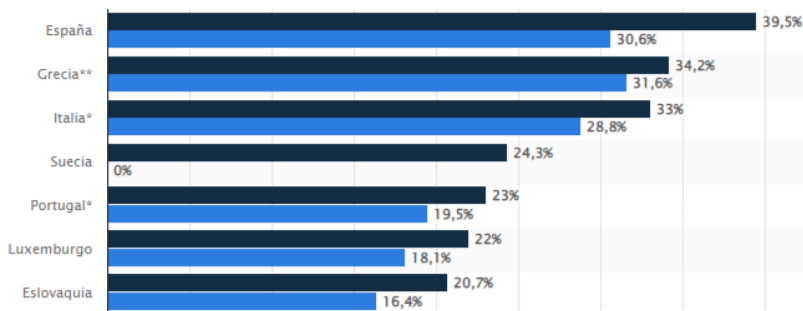
MANUEL PRIMO PRIETO

*Universidad Europea de Madrid*

### 1. INTRODUCCIÓN

La tasa de desempleo juvenil (menores de 25 años) en España se situaba en 2021 en el 39,5%, la más alta de la Unión Europea.

**GRÁFICO 1:** Desempleo en EU. Diciembre 2021 versus 2020



Fuente: Statista, 2023

Por otro lado, la variable fundamental para explicar la evolución en el nivel de empleo de un país es el crecimiento económico. Sin embargo, algunas tendencias globales como la automatización, la revolución digital, el envejecimiento demográfico o la expansión de la *gig economy* tienen un impacto específico sobre la naturaleza y el volumen del empleo, más allá del ciclo económico (Blázquez, Masclans y Canals, 2019).

Esto lleva a que las personas que se incorporen al mercado laboral deben contar con una serie de competencias que permitan en un primer término su incorporación al mundo laboral retribuido y posteriormente su desarrollo profesional.

Se ha considerado relevante por tanto verificar el ajuste entre la demanda de las competencias y habilidades por parte de las empresas y demás organizaciones laborales y la realidad de aquellas con que cuentan los futuros empleados.

Yendo más a lo específico, el presente estudio se centra en investigar si los jóvenes españoles cuentan con las competencias necesarias que les permitirán incorporarse con éxito a las posiciones laborales que existirán en el futuro, entendiéndose que dichas competencias serán puestas de manifiesto a través de las organizaciones en general y empresas fundamentalmente que serán las encargadas de canalizar el crecimiento económico futuro.

En general se entiende en todas las disciplinas que el término “competencia” se refiere a ser capaz de demostrar que el conocimiento, los valores y las habilidades aprendidas se pueden integrar en práctica (Carraccio et al., 2002)

Una sociedad basada en el uso de la tecnología y el conocimiento, en la que las tareas más repetitivas, peligrosas o aburridas serán traspasadas progresivamente a las máquinas requiere de trabajadores con competencias diferentes a las demandadas hasta ahora.

### 1.1. MARCO TEÓRICO

Son diversos los estudios que en España han abordado el tema de las competencias laborales desde la perspectiva de las empresas, como el de Santana, González-Morales y García (2016) centrado en el mercado Canario, o el de García e Ibáñez (2006) que ofrece una visión enfocada a las demandas de las empresas sobre los graduados universitarios, únicamente, al igual que el de Figueras y Turmo (2016) que más aún se centra en los graduados en Economía o el llevado a cabo por el Observatorio Navarro de Empleo (2012) que hace lo propio con las competencias demandadas por las empresas navarras sobre los graduados navarros.

Todos ellos se consideran parciales dado el alcance geográfico o demográfico objeto del estudio; no llegan a cubrir todo el espectro y diversidad de la juventud española: éste es el vacío que se ha pretendido cubrir con el presente estudio.

Al igual que se han enumerado diversos estudios de las competencias que demandan ya o demandarán las empresas de los adultos jóvenes, por el lado de las competencias existentes en los jóvenes españoles son también varias las investigaciones realizadas hasta la fecha, si bien aún más escasas y específicas que los anteriores enfocados en los empleados: Así, algunos se centran más en el grupo de los graduados universitarios, como los de Mora (2003), Rodríguez, Cortés y Val (2019) o el del ya citado del Observatorio Navarro de Empleo (2012); otras investigaciones se enfocan en aquellos jóvenes que se encuentran en riesgo de exclusión, como la de Bello, Vega y García (2018), la de Alonso (2017) o la investigación de Díez, Rodríguez y Campo, (2017); otras investigaciones encontradas se enfocan en colectivos vulnerables como la realizada por Martinelli (2010).

Se da la circunstancia de que el tejido industrial español se integra en una cadena de valor abierta e internacional, y al igual que esta se encuentra sometido a las mismas dinámicas del entorno que ha venido a denominarse “VUCA” - concepto desarrollado en el ámbito militar y traspasado al empresarial que resume cuatro características volatilidad, incertidumbre (*uncertainty* en inglés), complejidad y ambigüedad-. Este concepto está siendo sustituido por el de entornos BANI, acrónimo que hace referencia a momentos no lineales, incomprensible, quebradizos, de ansiedad. Tiempos caóticos derivados de situaciones de crisis y el cambio. (*Brittle*, significa quebradizo; *Anxious*, ansioso; *Non-linear*, no lineal e *Incompreensible*).

Para afrontar los entornos de este tipo, los agentes deben contar con las herramientas personales necesarias. Esta integración a nivel mundial hace que tenga sentido que las competencias a desarrollar por los empleados aquí sean las mismas que las demandadas a nivel global, motivo por el cual se ha considerado pertinente para este estudio tomar de referencia el realizado sobre las competencias más demandadas por las empresas el de Dondi, Klier, Panier y Schubert para el *McKinsey Global*



*Institute* (2021). La intención Para ello han realizado 18.000 encuestas a una muestra tomada de quince países -entre los que se encuentra España-. Dicho estudio ha analizado el tipo de trabajos que desaparecerán, así como los que se crearán, a medida que se afiancen la robótica, la automatización y la inteligencia artificial y ha inferido el tipo de habilidades de que serán cada vez más importantes como resultado de estos cambios.

Cabe señalar que el McKinsey Global Institute tiene como objetivo realizar análisis e investigaciones independientes basados en datos y hechos en general. Ninguno de sus trabajos es financiado o comisionado por empresa alguna, institución o gobierno. El MGI comparte sus resultados públicamente de forma gratuita por lo que *de facto* cualquiera cuenta con su permiso para usarlos. Si bien MGI contrata a varios reputados asesores externos para que contribuyan a su trabajo, los análisis presentados en sus publicaciones los realiza solo de MGI.

La investigación identificó en total un conjunto de 56 habilidades fundamentales que beneficiarán a todos los ciudadanos y mostró que una mayor competencia en ellas ya está de hecho correlacionada con una mayor probabilidad de empleo, mayores ingresos y satisfacción laboral.

La investigación de referencia llevada a cabo identificaba también que la competencia de los encuestados más bajas se dieron en dos grupos de habilidades en la categoría digital: "uso y desarrollo de software" y "comprensión de los sistemas digitales" y otras en el ámbito de la comunicación. Como se verá a continuación, a raíz de los resultados obtenidos en el presente estudio realizado, también los jóvenes encuestados han obtenido en estos aspectos las puntuaciones menores, si bien en ámbitos diferentes.

## 2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El estudio ha servido para analizar la adecuación de las competencias de los jóvenes españoles en función de la demanda futura prevista por parte de las empresas.

Dado el objeto del estudio, se ha optado por hacer la correspondencia entre competencias que serán demandadas por las organizaciones en el

futuro y las efectivamente desarrolladas por los jóvenes con un doble enfoque:

- Para establecer las competencias a evaluar, se ha partido del estudio realizado por Dondi, M., Klier, J. Panier, F y Schubert, J. (2021) para McKinsey Global Institute. Se han seleccionado 50 competencias fundamentales agrupadas en cuatro categorías: cognitivas, digitales, interpersonales y de autoliderazgo y dentro de estas, se han valorado un total de 12 grupos de habilidades. Según indica este organismo su misión es proporcionar una base de hechos que permita ayudar a la toma de decisiones sobre los principales retos comerciales y económicos por parte de las empresas y líderes políticos del Mundo. Este centro de investigación y difusión de conocimiento fue creado en el año 1990 por la empresa estadounidense de consultoría y se apoya en los recursos y conocimientos obtenidos por McKinsey a lo largo de su trayectoria.
- Para la valoración de las competencias presentes en los jóvenes españoles, se ha realizado una encuesta ad-hoc siguiendo un muestreo por conveniencia cuya ficha técnica se describe en la siguiente Tabla 1.

**TABLA 1:** *Ficha técnica del estudio*

Universo	Españoles de 18 a 25 años
Técnica	Muestreo por conveniencia
Recogida	Cuestionario online
Población	4,8 millones de personas
Tamaño muestral	180 individuos
I.C.	90% ( $p=q=0,5$ )
recolección	5/12/2021 a 10/01/2022

Fuente: Elaboración propia

## 2.1. MUESTRA

Se ha realizado un muestreo por conveniencia de la población juvenil española entre 18 y 25 años de ambos sexos. Dicha muestra ha sido constituida a partir de la lista de contactos de alumnos del Grado en Business Analytics de la Universidad Europea de Madrid, que han colaborado además en la fase de modelización, envío y tratamiento de las respuestas recibidas. El muestreo por conveniencia es una técnica estadística consistente en un muestreo no probabilístico -ya que no todas las personas que forman parte del público objetivo del estudio tienen igual probabilidad de ser seleccionadas para conformar la muestra- y no aleatorio usado para crear muestras a partir de la facilidad de acceso a las personas que forman parte de la muestra en un intervalo de tiempo. El grupo de investigación contaba con mayor facilidad de acceso a los jóvenes matriculados en la Universidad y la red de contactos de estos. Este tipo de muestreo ha permitido ahorrar tiempo en la realización del estudio ya que no cumple con los requisitos rigurosos de selección de muestra, lo que hace esta fase más breve. Además, es más económica dado que no se requieren grandes inversiones para llevarlo a cabo y permite identificar tendencias e indicar posibles resultados que permitan llevar a cabo un estudio más amplio en el futuro.

No obstante lo anterior, se considera relevante el estudio llevado a cabo ya que toma como objeto de una amplia población de forma transversal, independientemente de su experiencia previa profesional o nivel de estudios, por lo que es más amplio que otras investigaciones previas, como se señalará en la revisión de la literatura en los próximos apartados.

## 2.2. CONSTRUCCIÓN DE LA HERRAMIENTA

Los cuestionarios se usan en una gran variedad de circunstancias para recopilar información acerca de opiniones o comportamientos de los individuos; su fiabilidad y validez como herramienta de medida depende de la forma en que se diseñen y apliquen. Se ha procurado seguir las líneas básicas de la literatura al respecto: cada pregunta se enfocaba a medir un único aspecto. Se daban instrucciones precisas y unívocas para que los participantes entiendan la forma de cumplimentarlos, se concede

tiempo suficiente para hacerlo, etc. Las etapas llevadas a cabo son las referidas por Williams (2003).

1. Defina su pregunta de investigación y población de estudio.
2. Decida cómo se administrará el cuestionario.
3. Formule sus preguntas.
4. Formular las respuestas.
5. Diseñe el diseño.
6. Realice una prueba piloto de las preguntas y el diseño.
7. Estudio piloto: prueba de validez, confiabilidad, aceptabilidad.
8. Diseñe su esquema de codificación.
9. Imprimir cuestionario.

Igualmente se siguieron los principios de elaboración de las preguntas propuestas por el mismo autor:

1. Utilice un lenguaje sencillo.
2. Evite la jerga.
3. Mantenga las preguntas breves y específicas.
4. Evite las ambigüedades.
5. Evite las preguntas de doble sentido (aquellas con 'y' o 'o' en la redacción).
6. Evite los dobles negativos.
7. Evita las palabras cargadas.
8. Evite las preguntas capciosas.
9. No sobrecargue la memoria del encuestado.
10. Evite las preguntas hipotéticas

Para llevar a cabo el estudio de campo, se ha desarrollado un proceso de elaboración de las preguntas para realizar una encuesta que ha implicado, además de seleccionar aquellas cuestiones que permitan reflejar fielmente el grado de posesión de la habilidad, el profundizar en el sentido de cada una de las habilidades fundamentales porque sin ello, no sería posible realizar un estudio que tuviera valor. Se han agrupado según el propio estudio mencionado (ver tabla 2). En dicho estudio se agruparon las competencias a su vez en base a la investigación académica y la experiencia de McKinsey en la formación de adultos de

manera que se identificaron las habilidades fundamentales. Partieron de cuatro categorías generales de habilidades (cognitivas, digitales, interpersonales y de autoliderazgo) y luego identificaron 13 grupos de habilidades diferenciadas incluidas en cada una de esas categorías. La comunicación y la flexibilidad mental son dos grupos de habilidades que pertenecen a la categoría cognitiva, por ejemplo, mientras que la eficacia del trabajo en equipo pertenece a la categoría interpersonal.

**TABLA 2:** *Agrupación de competencias demandadas por las empresas a los empleados del futuro: Competencias requeridas por las empresas a los empleados del futuro*

<b>Cognitivas</b>	<b>Interpersonales</b>
Pensamiento crítico Planificación Comunicación Flexibilidad mental	Movilizador Desarrollo de relaciones Trabajo en grupo
<b>Autoliderazgo</b>	<b>Digitales</b>
Autoconocimiento Emprendimiento Orientación al logro	Fluidez Uso y Dº del software Entendimiento de sistemas digitales

Fuente: McKinsey (2021)

Siguiendo las pautas marcadas por la literatura existente, se determinó que para realizar un estudio que tuviera significancia, era necesario al menos preguntar dos veces sobre la misma habilidad (lo idóneo serían 3, pero el cuestionario se alargaría en demasía) y utilizar la escala de Likert para las respuestas. Esta escala sirve para medir el grado en que un encuestado se encuentra de acuerdo o en desacuerdo con cada aspecto consultado. Por ello se ofrecen en cada pregunta diversas respuestas de opción múltiples graduales.

Ello ha dado lugar, tras un análisis detenido y cuidadoso de las preguntas seleccionadas, a una encuesta de 100 preguntas. Si bien el cuestionario ha resultado algo extenso, ha permitido elaborar varias preguntas para chequear cada uno de los ítems. Sirva como ilustración el siguiente esquema:

El nivel “Competencias Digitales” se ha subdividido en dos ámbitos “Fluidez digital” y “Conocimiento digital”. Dentro del primero a su vez se han valorado tres subámbitos “Uso de la tecnología para la comunicación”, “capacidad de aprendizaje digital” y “ética digital”. Dentro del primero se ha chequeado a través de dos preguntas: “¿Usas de forma habitual las redes sociales para comunicarte con tus amigos o tu familia?” y “¿Has realizado trabajos en grupo a través de las distintas plataformas de videoconferencia?” con lo cual, cada nivel ha contado con detalle de varias preguntas para valorarlo.

Se construyó un cuestionario online utilizando *Google Forms* para poder abarcar todo el territorio nacional y acortar el periodo de envío y recepción de respuestas. Además, ha facilitado el tratamiento de la información al quedar las respuestas registradas de forma digital en una única base de datos.

Se distribuyó la encuesta a través de redes sociales y email de los alumnos del Grado en *Business Analytics* de la Universidad Europea de Madrid a más de cuatrocientas personas y después de un mes se lograron obtener 180 respuestas completas y válidas.

Añadido al propio estudio sobre competencias se ha estimado relevante establecer una caracterización preliminar en función de dos variables que sirvan para el posterior análisis y obtención de conclusiones: El género de la persona que completa el estudio, el nivel de estudios de los encuestados -para determinar si esas capacidades se van desarrollando a lo largo de la formación- y la rama de conocimiento para detectar si existen diferencias en función este aspecto.

Los resultados obtenidos se han compilado en una hoja Excel y se han explotado usando el software SPSS.

### 3. DISCUSIÓN

El estudio realizado no ha estado exento de limitaciones que han de ser tenidas en cuenta y que se describen en los siguientes cinco párrafos.

Si bien el número de encuestas completas recibidas tienen significancia estadística, lo ideal hubiera sido que se hubieran obtenido más

respuestas, pero el tamaño del cuestionario, que estaba muy ajustado, ha sido un elemento altamente disuasorio, la paciencia no está entre estas habilidades fundamentales, afortunadamente.

La muestra ha sido realizada a partir de los propios contactos de los alumnos participantes que han recopilado los datos, motivo por el cual la formación de los encuestados es mayoritariamente universitaria (79%), lo cual no refleja fielmente la realidad de la población de España. Según el INE (2021) En el año 2020 en España el porcentaje de población de 25 a 35 que ha concluido estudios superiores ha sido del 23,6% para los hombres y del 25% para las mujeres.

Los datos corresponden a una autoevaluación realizada por los propios participantes sobre sus competencias a través de un cuestionario; es por tanto subjetivo y los resultados se ven influenciados por este motivo según la perspectiva que de sí mismos tienen los encuestados. Este sesgo ha sido estudiado por numerosos autores y bautizado como “deseabilidad social”. El sesgo de deseabilidad social se refiere a la tendencia de los sujetos de investigación a dar respuestas socialmente deseables en lugar de elegir respuestas que reflejen sus verdaderos sentimientos (Grimm, 2010).

Tampoco se ha considerado el sexo de los participantes en la encuesta, nivel de educación alcanzado o ingresos, todas estas variables que podrían ser relevantes a la hora de correlacionarlas con el nivel alcanzado por competencia estudiada.

Por último, en referencia a las futuras líneas de investigación, sería relevante realizar un estudio comparativo con otras regiones europeas para valorar posibles desviaciones. Esto es relevante porque uno de los motivos claves por el que las empresas deciden localizarse en uno u otro país corresponde a las cualidades de la mano de obra, tal y como ponen de manifiesto diversos estudios Skawińska, E., & Zalewski, R. I. (2020), MacCarthy, B.L. y Atthirawong, W. (2003), Gunnigle, P y McGuine, D. (2001).

## 4. RESULTADOS

Para este apartado se va a proceder analizando en primer lugar las cuatro categorías en las que se agrupan el total de las 50 competencias -cognitivas, interpersonales, digitales y de autoliderazgo-, lo que muestra el resultado del estudio es que las 4 están por encima del 3 lo que indican que poseen en gran medida estas competencias (en escala de 1 a 5).

A continuación, se procede a desglosar con algo más de detalle los cuatro grupos de competencias, encontrando que es mejorable dentro de las cognitivas, las habilidades relativas a comunicación, como se expondrá párrafos más abajo y dentro de las digitales, las relativas a ciberseguridad y programación. Además, la habilidad de “Comunicación” es, dentro del grupo de las competencias cognitivas, la que arroja una puntuación menor.

Estas dos resultados reseñados son además consistente de forma global con los obtenido por el estudio tomado de referencia para este, elaborado por McKinsey a nivel mundial y que analiza toda la población en edad laboral. La literalidad de dicho estudio señalaba que

“Los resultados han puesto de manifiesto que el nivel de competencia de los encuestados era la más baja en dos grupos de habilidades en la categoría digital: uso y desarrollo de software y comprensión de los sistemas digitales. La competencia en los grupos de habilidades de comunicación y planificación y formas de trabajar, ambas en la categoría cognitiva, también fue inferior al promedio”.

**GRÁFICO 1:** Puntuación competencias según estudio. Primer nivel



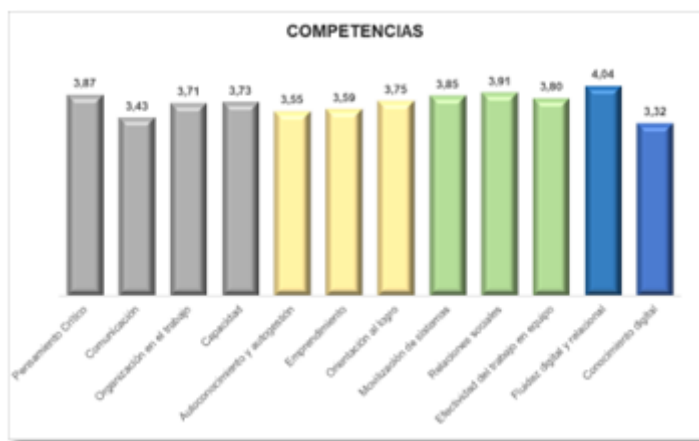
Fuente: Elaboración propia



Dentro de las competencias digitales, las que obtienen una puntuación menor y por tanto tienen amplio margen de mejora son las habilidades relativas a la facilidad para la programación y las de ciberseguridad. Si bien las primeras se podría pensar que son más específicas de perfiles tecnológicos, la segunda relativa a la ciberseguridad es mucho más transversal y afectaría a todos los empleados que de un modo u otro estén implicados o tengan contacto con la tecnología en su desempeño.

En cualquier caso, visto este primer nivel de agrupación de las competencias y las puntuaciones obtenidas, en sí mismo merece una consideración positiva ya que parece indicar que los potenciales empleados por las empresas en el futuro están en posesión de las competencias que demandarán estas. Es razonable considerar que, en una escala de uno a cinco, puntuaciones mayores que tres ponen de manifiesto estar en posesión a un nivel suficiente de la competencia demandada.

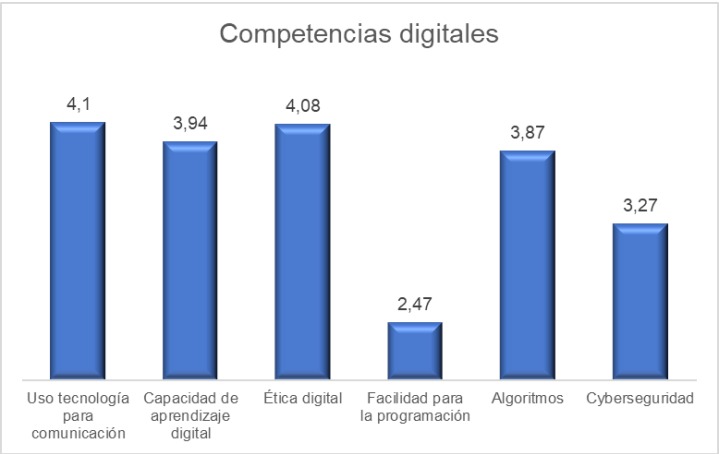
**GRÁFICO 2:** Puntuación competencias según estudio. Segundo nivel



Fuente: Elaboración propia

Como puede apreciarse en el Gráfico 2 que recoge la agrupación de las diferentes competencias, pone de manifiesto que los participantes están en posesión de la mayoría de las competencias a este segundo nivel, salvo las ya mencionadas “Comunicación” y “Conocimiento digital”, que se valoran con puntuaciones relativamente bajas.

**GRÁFICO 3:** Puntuación competencias según estudio. Tercer nivel



Fuente: Elaboración propia

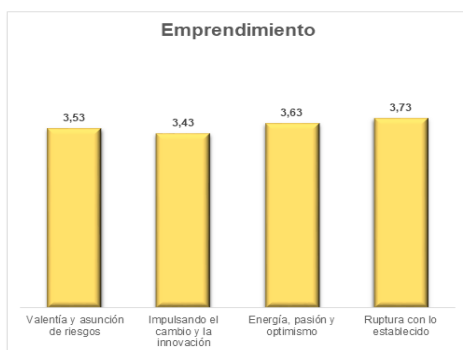
El estudio realizado pone de manifiesto cierta carencia de competencias informáticas entre los participantes, pese a haber un número relevante de los mismos que se encuentra cursando estudios universitarios y algunos en el área de las TIC, como pone de manifiesto el haber trabajado con algoritmos. La ciberseguridad es una habilidad que junto con lo relacionado con la programación necesitan claramente ser reforzadas. Este resultado es parcialmente consistente con el estudio de referencia llevado a cabo por McKinsey ya que éste también identificaba las competencias del ámbito digital como las de puntuación menor de todas las estudiadas.

**GRÁFICO 4:** Puntuación competencias según estudio. Tercer nivel



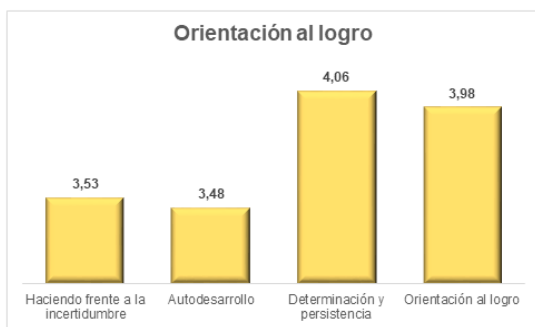
El estudio incluía varias preguntas orientadas a valorar la capacidad de emprendimiento de los participantes. Se ha creído conveniente incluir aquí los resultados por cuanto estas características son relevantes para la creación de valor a la sociedad no solo a través de la eventual fundación de empresas por parte de los jóvenes que cuentan con estas competencias sino también a través del intra-emprendimiento cuando estos se incorporen a organizaciones de terceros. El estudio ha encontrado que las capacidades para ser emprendedor están razonablemente desarrolladas, lo cual es un resultado alentador, pero de cara al futuro los autores del estudio valoran que es importante el refuerzo de las distintas habilidades implicadas debido a que un emprendedor genera un impacto positivo diferencialmente mayor al resto de trabajadores y fortalece la economía de un país.

**GRÁFICO 5:** Puntuación competencias según estudio. Tercer nivel



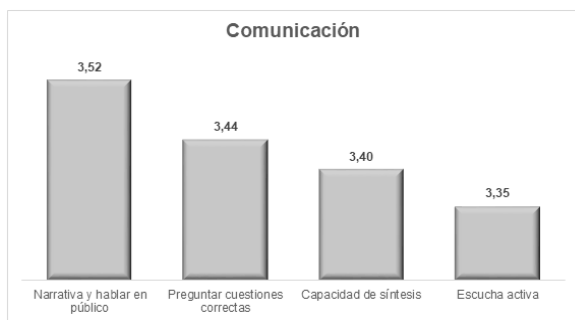
Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO 6:** Puntuación competencias según estudio. Tercer nivel



Es en la orientación al logro donde apreciamos mayor disparidad interna entre los diversos factores analizados. Se observa que los participantes tienen margen de desarrollo en cuanto a ser capaces de hacer frente a la incertidumbre y en lo relativo a la capacidad de autodesarrollo, es decir, capacidad de autogestionar el desarrollo individual de manera autónoma, por motivación e iniciativa propia, y un deseo genuino de adquirir herramientas y/o conocimientos que permitan a la persona desarrollar habilidades que promuevan el avance profesional y laboral. Tal y como se comentaba al principio de este apartado, los resultados son consistentes con el estudio realizado por McKinsey que también detectaban en el apartado comunicativo puntuaciones más bajas que en el resto de competencias observadas.

**GRÁFICO 7:** Puntuación competencias según estudio. Tercer nivel



Fuente: Elaboración propia

Comunicación es, dentro del grupo de las competencias cognitivas la que arroja una puntuación menor. Haciendo foco en la misma, se han valorado cuatro elementos: “Narrativa y exposición en público”, “capacidad de hacerse las preguntas correctas”, “capacidad de síntesis” y “escucha activa”. Al ver sus puntuaciones por separado de cada uno de estos aspectos, apreciamos que la capacidad de escucha activa y la capacidad de síntesis, principalmente penalizan el resultado total de esta competencia. Son pues dos competencias a mejorar por los futuros candidatos.

## 5. CONCLUSIONES

Se aprecia que, en general, los jóvenes españoles cuentan con un nivel relevante (>3) de competencias en todos los ámbitos analizados (cognitivos, interpersonales, de liderazgo y digitales).

No obstante, lo anterior, cabe señalar que existe una brecha en un ámbito de las competencias digitales que es consistente con otros estudios realizado del mismo ámbito (empresarial) y geográfico (España) como pone de manifiesto el estudio de Blázquez, M.L., Masclans, R. y Canals, J. (2019) que indicaban que, según las empresas, la mayoría de los candidatos tenían carencias en este ámbito.

Las respuestas recogidas han puesto de manifiesto una falta de competencias informáticas, lo cual es consistente con lo obtenido en el estudio de McKinsey usado de referencia; por otro lado, pese que una gran parte de los participantes no posee conocimientos de programación, conocen o han trabajado alguna vez con el concepto de algoritmo. La Ciberseguridad es una capacidad que junto con lo relacionado con programación necesitan claramente ser reforzadas.

No ocurre lo mismo con otras capacidades como la habilidad de trabajar en entornos inciertos, la adaptabilidad y resiliencia, que en el estudio realizado ha demostrado tener una alta calificación, carencia detectada por parte de las empresas encuestadas.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Fundación Mashumano por la propuesta de realización del estudio, a los alumnos de cuarto curso del Grado en *Business Analytics* de la Universidad Europea de Madrid por su colaboración en el trabajo de campo y a la Universidad Europea de Madrid por la financiación de la inscripción para la participación en el II Congreso Internacional sobre Innovación Docente, Educación y Transferencia del Conocimiento, CIINECO.

## 7. REFERENCIAS

- Alonso Bello, E., Santana Vega, L. E., & Feliciano García, L. (2018). Trayectorias de empleabilidad de los jóvenes que abandonan el sistema de protección. *Educatio Siglo XXI*, 36(3 Nov-Feb1), 485–504. <https://doi.org/10.6018/j/350101>
- Alonso, M.E. (2017) Competencias de empleabilidad en jóvenes en riesgo de exclusión social. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.
- Blázquez, M.L., Masclans, R. Y Canals, J. (2019, enero) El futuro del empleo y las competencias profesionales del futuro: la perspectiva de las empresas. IESE
- Bartual, M.T., Turmo, J. (2016) Educación superior y competencias para el empleo: el punto de vista de los empresarios. *Revista complutense de educación*. 2016, v. 27, n.3; p. 1211-1228. [https://doi.org/10.5209/rev\\_RCED.2016.v27.n3.47645](https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n3.47645)
- Carraccio, C., et al. (2002). Shifting paradigms: From Flexner to competencias. *Academic Medicine*, 77(5), 361–367. DOI <https://doi.org/10.1097/00001888-200205000-00003>
- Dondi, M., Klier, J. Panier, F y Schubert, J. (2021). Defining the skills citizens will need in the future of work. McKinsey Global Institute. Recuperado el 10 de enero de <http://bit.ly/42D0cJD>
- García Espejo, I., & Ibáñez Pascual, M. (2006). Competencias para el empleo. Demandas de las empresas y medición de los desajustes. *Revista Internacional De Sociología*, 64(43), 139–168. <https://doi.org/10.3989/ris.2006.i43.44>
- Grimm, P. (2010) Social Desirability Bias. *Wiley International Encyclopedia of Marketing*. <https://doi.org/10.1002/9781444316568.wiem02057>
- Gunnigle, P., & McGuine, D. (2001). Why Ireland? A qualitative review of the factors influencing the location of US multinationals in Ireland with particular reference to the impact of labour issues. *The Economic and Social Review* 32(1): 43-67
- Instituto Nacional de Estadística (INE) (2021, June). Nivel de formación de la población adulta (de 25 a 64 años) Recuperado el 25 de Marzo de 2022 de [bit.ly/42Dp8Rc](http://bit.ly/42Dp8Rc)
- Instituto Nacional del Estadística (INE) (2021, Diciembre) Tasa de paro por grupos de edad. Recuperado el 25 de marzo de 2022 de <http://bit.ly/3WaZ4e0>

- MacCarthy, B.L. and Atthirawong, W. (2003), Factors affecting location decisions in international operations – a Delphi study *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 23 No. 7, pp. 794-818. <https://doi.org/10.1108/01443570310481568>
- Martinelly, P.A. (2010) Empleabilidad en jóvenes con discapacidad intelectual: evaluación e intervención en habilidades sociales y de afrontamiento. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.
- Mora, J. (2003) Competencias y empleo de los jóvenes graduados universitarios *Revista de educación*. 2003, n. 330, enero-abril; p. 157-170.
- Observatorio Navarro de Empleo (2012) Definición y validación de competencias críticas para la empleabilidad de jóvenes titulados superiores en Navarra. Servicio Navarro de Empleo.
- Rodríguez, A., Cortés, A., Val, S. (2019) Análisis de la mejora del nivel de empleabilidad de los universitarios mediante la mejora de competencias transversales y habilidades. *Revista Española de orientación y psicopedagogía*. 30,3 pp 102-109. <https://doi.org/10.5944/reop.vol.30.num.3.2019.26275>
- Santana, L. E., González-Morales, Olga y Feliciano García, Luis. (2016) Percepción del empresariado de las competencias y características relevantes para el empleo. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía (REOP)*, 27 (1), 29-46. <https://doi.org/10.5944/reop.vol.27.num.1.2016.17006>
- Skawińska, E., & Zalewski, R. I. (2020). Success Factors of Startups in the EU— A Comparative Study. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 12(8200) <https://doi.org/10.3390/su12198200>
- Statista. (2023). Desempleo juvenil: tasa de paro en países de la UE. Statista. <http://bit.ly/3FSSK3S>
- Williams, A. (2003). How to... Write and analyse a questionnaire. *Journal of orthodontics*, 30(3), 245-252.

## EL METODO DEL CASO APLICADO EN LA DOCENCIA DEL MARKETING

---

MARÍA TERESA FERNÁNDEZ ALLES  
*Universidad de Cádiz*

### 1. INTRODUCCIÓN

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) es un marco institucional que incluye una serie de criterios aplicables en todos los países que lo integran con la finalidad de establecer un sistema de carreras y créditos común.

La incorporación de las universidades españolas al EEES llevó consigo la puesta en marcha de numerosas iniciativas encaminada a lograr estos objetivos, potenciando la formación basada en competencias frente a la formación basada en conocimientos. Así, se han ido realizando cambios en la docencia en estas universidades para potenciar las metodologías centradas en el estudiante, el trabajo autónomo, las tutorías o la formación centrada en el desarrollo de competencias, entre otros aspectos. Estos cambios han ido acompañados, en muchos casos, de la aprobación e implementación de proyectos de innovación docente destinados a pilotar estos cambios, evaluando su repercusión en la docencia.

Tal es el caso de la Universidad de Cádiz, institución en la que cada año se ponen en marcha más de un centenar de proyectos de innovación docente en las distintas titulaciones que oferta. Esta investigación se centra en uno de los proyectos de innovación docente emprendidos en esta universidad en el curso 22/23. Concretamente, el llevado a cabo en la asignatura Dirección de Marketing, perteneciente al segundo curso del Grado en Finanzas y Contabilidad que se imparte en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, el cual estuvo centrado en el método



del caso como metodología docente por las posibilidades que ofrece para desarrollar las competencias que exige el EEES.

Esta materia está centrada en el estudio de contenidos sumamente relevantes para la rentabilidad y el futuro empresarial como son la aportación de valor al cliente y su fidelización, el comportamiento del consumidor, el análisis del entorno empresarial, las estrategias y acciones de marketing, las tendencias de marketing o el marketing internacional, entre otros. Dada su vinculación directa con el mercado y el entorno, ambos en continua evolución, la enseñanza de la misma, al igual que ocurre con otras materias relacionadas con la administración y la dirección de las empresas, precisa cada año de la actualización de sus contenidos, al objeto de ofrecer al alumnado una preparación acorde a la demanda real del mercado laboral, incorporando las novedades más recientes en esta área de estudio.

Por un lado, el entorno que rodea a las empresas (económico, social, cultural, demográfico, político, legal y medioambiental) está en constante cambio, lo que repercute directamente en las operaciones comerciales y el marketing. Así ha quedado constatado, por ejemplo, con las crisis económicas, sanitarias o políticas que se han ido sucediendo recientemente en muchos países, las cuales han tenido graves consecuencias en el devenir de muchas empresas.

Por otra parte, los nuevos perfiles del consumidor (consumidor digital, experiencial, etc.) o la incorporación de los avances tecnológicos al marketing (realidad virtual y aumentada, inteligencia artificial, blockchain, programación neurolingüística, robots, redes sociales, etc.), han llevado a la necesidad de actualizar los contenidos de esta materia, así como adaptar los métodos para su aprendizaje.

Como afirma Sousa, et. al (2021), el alumno del siglo XXI debe adquirir las competencias y conocimientos que le capaciten para afrontar los retos futuros de las organizaciones. Para ello, las metodologías docentes que se utilicen deben proporcionar al alumnado los contenidos más novedosos posibles, acercándolos, a su vez, a la realidad del mundo empresarial con una visión renovada, dotándolos de los conocimientos y las herramientas necesarias para que puedan desarrollar su futura labor

profesional. De esta manera, se estaría trabajando en la línea de una de las principales medidas adoptadas en el marco del EEES como es la promoción del aprendizaje a lo largo de la vida para hacer frente a los retos que implica una sociedad en continuo cambio y para mejorar la cohesión social, la igualdad de oportunidades y la calidad de vida (Comisión Europea, 2023).

La enseñanza basada en un aprendizaje experiencial centrado en el estudio aplicado y práctico de las materias se considera primordial para lograr estos objetivos, siendo el método “estudio de casos” una de las alternativas existentes.

Este método, que surgió en la Universidad de Harvard con su aplicación a la enseñanza del derecho, fue extendiéndose con el tiempo a otras materias, siendo en la actualidad muy habitual su uso en las ciencias sociales y, concretamente, en disciplinas como la economía.

Como afirman Villareal y Landeta (2010), en las disciplinas científicas de las ciencias sociales, “se requieren metodologías de investigación para analizar los fenómenos empresariales objeto de estudio que sean capaces de recoger toda su complejidad”.

El método del caso “consiste en la presentación de una situación real, bien haya tenido lugar en el pasado, bien que pueda ocurrir en la vida profesional del alumno, con el objetivo de que éste sea capaz de aplicar su conocimiento teórico sobre la materia a la situación expuesta en el caso (Kreber, como se cita en Domínguez-Torres, 2021).

En la educación, los estudios de casos didácticos describen “una situación, o el relato de una secuencia de eventos, que normalmente implica una decisión, una oportunidad, un desafío o un problema al que se enfrenta una persona, o la dirección de una organización, que plantea temas de debate y análisis en la búsqueda de una solución” (Heath, como se cita en Büchler, et al, 2021).

En otras palabras, el estudio de casos hace referencia al estudio detallado de un tema específico relacionado con una empresa real que sirve de soporte para mejorar la asimilación de los contenidos teóricos, el

desarrollo de competencias y la consecución de los resultados de aprendizaje asociados a una materia de estudio.

Strach y Everett (2008) afirman que el estudio de casos didácticos “puede constituir un instrumento valioso para enseñar y examinar disciplinas relacionadas con los negocios”. Según estos autores, los casos didácticos relacionados con los negocios describen situaciones reales o inventadas con la finalidad de analizar la complejidad de una organización o la aplicación de ciertas teorías en la toma de decisiones. Por ello, su estudio puede contribuir de manera destacada a conocer la realidad empresarial, contribuyendo a la reflexión y comprensión de los contenidos, así como al desarrollo de las competencias asociadas a las diferentes materias.

Como afirman Cárdenas, et. al (2016), “la representación de una situación de la realidad como base para la reflexión y el aprendizaje se ha convertido en una herramienta alternativa para la docencia universitaria”, contribuyendo a la consecución de las competencias asociadas a una asignatura. Y es que el estudio de casos fomenta, entre otras competencias, el trabajo autónomo, la reflexión, la búsqueda de documentación o la interpretación de información.

El uso de esta metodología implica una reorganización del tiempo de enseñanza, dedicando las clases teóricas no sólo a la transmisión de contenidos teóricos, sino también a su aplicación práctica mediante la resolución de problemas, ejercicios o la resolución de casos de estudio como es nuestro caso. Para hacerlo posible, la implicación del docente es fundamental.

Como afirman Quito et al (2021) es preciso tener docentes capaces de brindar a los estudiantes un aprendizaje activo que los motive en el proceso de enseñanza aprendizaje, dejando a un lado las clases rutinarias y tradicionales de menor interés y atractivo para los estudiantes.

En este sentido, el método de caso se concibe como una metodología a través de la cual es posible proporcionar la formación necesaria que permita al alumnado comprender y relacionar los contenidos teóricos con la práctica, demostrar su capacidad de análisis y síntesis, gestionar la información, resolver los problemas o cuestiones que se le planteen, y

trabajar en equipo y de manera autónoma, objetivos perseguidos en la asignatura en la que se enmarca ese estudio, Dirección de Marketing. Y es que el efecto de esta metodología sobre el aprendizaje, basado en su capacidad para estimular al alumnado a hacer cosas para aprender e implicarse en su propio aprendizaje (Prieto, et. al, 2011) han llevado a la consideración de su idoneidad en la impartición de esta materia.

En los siguientes apartados se describirá cómo se ha implantado la metodología del método del caso en la asignatura Dirección de Marketing, con el objetivo fundamental de analizar la idoneidad del estudio de casos como metodología docente en el ámbito universitario, a través de un estudio de percepciones del alumnado acerca de los beneficios derivados de la aplicación de esta metodología en el desarrollo de la docencia de la asignatura.

## 2. METODOLOGÍA

El estudio que se describe en este trabajo se llevó a cabo en el contexto de la asignatura Dirección de Marketing del Grado en Finanzas y Contabilidad (FYCO) durante el curso 2022/23. Se trata de una asignatura que se imparte en el primer semestre del segundo curso de esta titulación. Con una carga total de 6 créditos, 4 corresponden a la teoría y 2 a la práctica. El número total de alumnos matriculados en el curso 2022/23 fue de 40.

Para realizar el análisis de las percepciones de estos/as estudiantes respecto al desarrollo de la asignatura con la metodología del método del caso, se llevó a cabo una investigación de tipo descriptiva. En una primera fase, se procedió a la revisión bibliográfica acerca de este método como metodología docente. En una segunda fase, se diseñó un cuestionario que fue dirigido al alumnado participante en el proyecto de innovación docente que se llevó a cabo en el curso 2022/23 en la asignatura anteriormente mencionada.

Este proyecto fue presentado a la convocatoria de proyectos de innovación y mejora docente del curso 2022/23 de la Universidad de Cádiz bajo el título “Estrategia de aprendizaje basada en el estudio de casos en

las ciencias sociales”, procediéndose a su implantación y puesta en marcha en el citado curso académico.

La naturaleza de los contenidos que integran la asignatura aconsejaron, dada la experiencia de cursos anteriores, utilizar metodologías docente que contribuyeran no sólo a su asimilación, sino además al desarrollo de las competencias y al logro de los resultados de aprendizaje asociados a la materia. De ahí que se acudiera a la utilización del método del caso en su proceso de enseñanza-aprendizaje, por su contribución que en el desarrollo, entre otras, de las siguientes competencias generales (Universidad de Cádiz, 2023):

- Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vacación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
- Capacidad de organización y planificación.
- Capacidad para la resolución de problemas.
- Habilidad para analizar y buscar información proveniente de fuentes diversas.
- Comunicación oral y escrita en la propia lengua.
- Capacidad para tomar decisiones.
- Capacidad para trabajar en equipo.

Para desarrollar estas competencias en el alumnado y alcanzar los resultados de aprendizaje recogidos en la ficha de la asignatura, se diseñaron una serie de casos de estudio que fueron diseñados expresamente por la docente encargada de su impartición. El propósito era adaptarlos de manera precisa a los contenidos teóricos más relevantes, dada su importancia para la formación del estudiante, tratando de lograr una mayor y mejor comprensión de los mismos. Concretamente, cada uno de los casos fue orientado a la consecución de los siguientes resultados de aprendizaje (Universidad de Cádiz, 2023):

- Conocer el proceso planificación estratégica de los productos.
- Conocer y comprender cómo se elabora un plan de marketing.
- Conocer los aspectos relacionados con la entrega de valor al cliente a través de la distribución comercial.
- Adquirir consciencia de la importancia de otorgar valor al cliente.
- Desarrollar conocimientos específicos sobre los mercados en los que opera la empresa.
- Conocer y comprender las fuentes y el proceso de captación de información para la identificación de las oportunidades de mercado.
- Saber diseñar las estrategias de comunicación de la empresa.
- Dominar aspectos estratégicos y tácticos relativos a las variables comerciales.

Siguiendo un razonamiento lógico, se diseñaron casos de estudio desarrollados a partir de información captada de diversas fuentes, describiendo situaciones reales de empresas identificadas que acerquen al alumnado al conocimiento de la realidad empresarial a través de cuestiones a resolver o resultados a alcanzar.

En la preparación de los casos se seleccionaron empresas de relevancia en su sector de pertenencia, que estuvieran desempeñando una actividad empresarial en ese momento. Algunos de estos casos de estudio se encuentran publicados. Nos estamos refiriendo al caso de las empresas

Quesos Payoyo S.L. y González Byass, los cuales se encuentran recogidos en la obra titulada “Casos de internacionalización de empresas andaluzas” de Fuentes y Berbel (2022). Otros, como son los correspondientes a las empresas Titania, Mowomo, Cadigenia, Buceo Conciencia, Sportiw, BookingFax, Natalia Palomo, TAPECA o The Branx, están disponibles en modo de entrevista en la página web de la Cátedra de Internacionalización de la Universidad de Cádiz (2023a). Otras empresas analizadas fueron, aunque sus casos no están aún publicados, El Corte Inglés, la Bodega Viña la Constancia, Pescanova, Inditex, Porcelanosa o Renault, entre otras.

Aunque la puesta en marcha del proyecto docente basado en el método del caso se inició mucho antes del comienzo del curso, dada la necesidad de tener elaborados los materiales teóricos y prácticos, así como de tener organizadas y planificadas las clases con la antelación suficiente para garantizar el éxito de su implantación, es el primer día del curso cuando se hace efectiva su realización.

Los requisitos de partida para la implantación de la metodología estudios de casos en esta asignatura fueron:

1. Explicación y justificación del proyecto a principios del curso. El primer día es cuando el/la docente debe explicar al alumnado los aspectos fundamentales de la asignatura, como son los objetivos que se persiguen con la enseñanza de la materia, las competencias asociadas a la asignatura, los resultados de aprendizaje perseguidos, el programa de la asignatura y la bibliografía, justificando como el proyecto de innovación docente que se va a seguir en el curso puede contribuir de manera relevante a lograr los objetivos de la asignatura, a desarrollar las competencias y a alcanzar los resultados de aprendizaje. Esto es sumamente importante puesto que para aplicar el método del caso es imprescindible contar con la participación activa del estudiante y para lograrlo es necesario explicarles los beneficios que esta metodología puede reportar en su formación.

2. Diseño, organización y planificación de los casos de estudio en función del programa de la asignatura. Desde el primer día de clase, y siguiendo la planificación y organización previstas, se lleva a cabo una reorganización del tiempo de enseñanza, de manera que el tiempo de clase no se dedique en su totalidad a la explicación de los contenidos teóricos, sino además a su aplicación práctica mediante la resolución de casos de empresas en grupos de trabajo. Para ello, es necesario disponer de tiempo, lo que requiere que la visualización y comprensión de los contenidos teóricos por parte del alumnado se realicen fuera del aula antes de las clases. En la asignatura que estamos analizando en este trabajo los contenidos que se pusieron a disposición de los/as estudiantes a principios del curso en soporte físico.
3. Partiendo de esta premisa, el tiempo de clase se estructura de manera que el primer tramo se dedique a la explicación teórico-práctica de los contenidos correspondientes a cada clase, así como a la resolución de las dudas que hubieran podido surgir con la lectura previa de los contenidos teóricos puestos a su disposición. En el segundo tramo de la clase, la docente entrega el enunciado del caso de estudio, realizando una exposición del mismo para que el alumnado adquiriera un amplio conocimiento de la empresa objeto de estudio, incorporando al final del mismo las preguntas sobre las que debían trabajar para su resolución.
4. Además, se les facilita información adicional, así recomendaciones acerca de que fuentes de captación de información les pueden ayudar a resolver las cuestiones planteadas en cada caso.
5. Formación de los grupos de trabajo (4 integrantes). Una vez explicado el caso de estudio, se forman equipos de trabajo integrados por 4 estudiantes, llevándose a cabo la resolución de los casos, en el tiempo previsto para ello, bajo la supervisión y dirección del profesorado. De esta manera, el/la docente adopta un papel menos activo que en el modelo de docencia tradicional, dando un mayor protagonismo al alumnado. Con este enfoque pedagógico se pretende que el alumnado sea más responsable de su propio aprendizaje y que, a su vez, se sienta más



motivado, dejando de ser un mero oyente durante el desarrollo de las clases.

6. Una vez que los estudiantes han resuelto las cuestiones planteadas en el caso, en la misma sesión, o bien en una sesión posterior, los equipos de trabajo exponen sus respuestas y se debaten las mismas bajo la supervisión del/la docente.
7. Capacidad del aula. Es importante, para que los grupos puedan trabajar en la resolución de los casos prácticos sin interferir en el trabajo de los otros grupos, que las aulas tengan la capacidad suficiente para que eso sea posible, disponiendo de mesas y sillas que no sean fijas.
8. Dispositivos móviles. A principios de curso se informa al alumnado acerca de la necesidad de asistir a clase con ordenadores portátiles o tabletas para poder realizar la búsqueda de información adicional que facilite la resolución de la preguntas que se plantean en cada caso.

Transcurrido el cuatrimestre, se procedió a analizar la efectividad del proyecto de innovación docente emprendido con la utilización del método del caso como metodología docente. Concretamente, se trataba de conocer los beneficios y mejoras que se hubieran podido producir en el proceso de enseñanza aprendizaje bajo la óptica de los/as estudiantes. Para ello, se realizó una evaluación de la percepción del alumnado, habilitándose para ello una encuesta anónima habilitada en la plataforma Google Drive, cuyos resultados pasamos a comentar a continuación.

#### 4. RESULTADOS

En este apartado se muestran los resultados obtenidos de la encuesta realizada por los alumnos una vez concluido el cuatrimestre de impartición de la asignatura Dirección de Marketing basada en la metodología método del caso.

De los 40 estudiantes matriculados en la asignatura, 25 asistieron regularmente a clase siguiendo la evaluación continua y participando de manera activa durante el desarrollo de las clases en la resolución de los casos de estudio. La encuesta fue dirigida de manera expresa a este

grupo, siendo contestada por 18 de ellos, es decir, el 72% de los que formaron parte de manera activa del proyecto de innovación docente.

La encuesta estuvo integrada por 19 preguntas. Las dos primeras de clasificación relativas al sexo y edad de los encuestados, cuyos resultados mostramos en la tabla 1.

**TABLA 1.** Distribución de los encuestados por titulación, sexo y edad.

	Sexo		Edad	
	Hombre	Mujer	19-22	23-25
Grado en FYCO	44,4%	55,6%	88,8%	11,2%

Elaboración propia (2023)

Las 13 preguntas restantes se diseñaron con el objeto de evaluar la percepción de los/as estudiantes sobre los beneficios del método del caso en el desarrollo de las competencias de la asignatura indicadas en el apartado anterior. Para valorar su percepción, los/as estudiantes debían expresar su conformidad con las cuestiones planteadas valorando cada una de ellas en una escala de Likert del 1 al 3, donde el 1 representa “de acuerdo”, 2 “en desacuerdo” y 3 “ni de acuerdo ni en desacuerdo”.

En la tabla nº2 podemos ver los resultados obtenidos para cada una de las preguntas indicadas en la primera columna.

**TABLA 2.** Percepción acerca de los beneficios del uso de la metodología “método del caso” del alumnado matriculado en Dirección de Marketing del Grado FYCO en el curso 22/23.

	De acuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
Mayor comprensión de los contenidos teóricos	88,9%	11,1%	-
Mejora en la capacidad de aprendizaje	94,4%	5,6%	-
Mejor capacidad para superar la asignatura	77,8%	5,5%	16,7%
Mayor participación activa en clase	83,3%	11,1%	5,6%
Mejor aprovechamiento del tiempo de clase	88,9%	11,1%	-

<b>Mayor interés por la asignatura</b>	<b>88,9%</b>	<b>11,1%</b>	<b>-</b>
Mayor motivación frente a la docencia tradicional	83,3%	5,6%	11,1%
Mayor capacidad de organización y planificación	72,2%	11,1%	16,7%
Mayor capacidad para trabajar en equipo	61,1%	11,1%	27,8%
Mayor capacidad para resolver problemas	77,8%	-	22,2%
Mejor capacidad para resolver dudas	100%	-	-
Mayor capacidad para conocer el entorno	83,3%	5,6%	11,1%
Mayor autonomía	77,8%	-	22,2%

Elaboración propia (2023)

Como se puede observar en la tabla 2, los/as estudiantes están de acuerdo en un porcentaje superior al 90% en la utilidad del método del caso para resolver dudas y para mejorar la capacidad de aprendizaje. Por otra parte, cerca del 90% de los/as estudiantes están de acuerdo respecto a su contribución en una mejor comprensión de los contenidos teóricos, un mejor aprovechamiento del tiempo de clase y un mayor interés por la asignatura.

En torno al 80% del alumnado encuestado ha percibido que la utilización del método del caso ha contribuido a tener una participación más activa en clase, una mayor autonomía y a tener una mayor capacidad tanto para conocer el entorno como para superar la asignatura. Algo más del 70% ha percibido la contribución de esta metodología para organizarse y planificarse mejor, mientras que el 61% afirma su mayor capacidad para trabajar en equipo tras cursar la asignatura.

Utilizando la misma escala de Likert se han formulado dos preguntas más, la 16 y la 17. La pregunta 16 está relacionada con la preferencia del alumnado por la docencia basada en el estudio de casos frente a la tradicional. El 61,1% del alumnado se ha mostrado de acuerdo con tal afirmación, frente al 22,2% que está en desacuerdo, es decir, que prefieren la docencia tradicional al uso del método del caso. El 16,7% no se ha mostrado ni de acuerdo ni en desacuerdo.

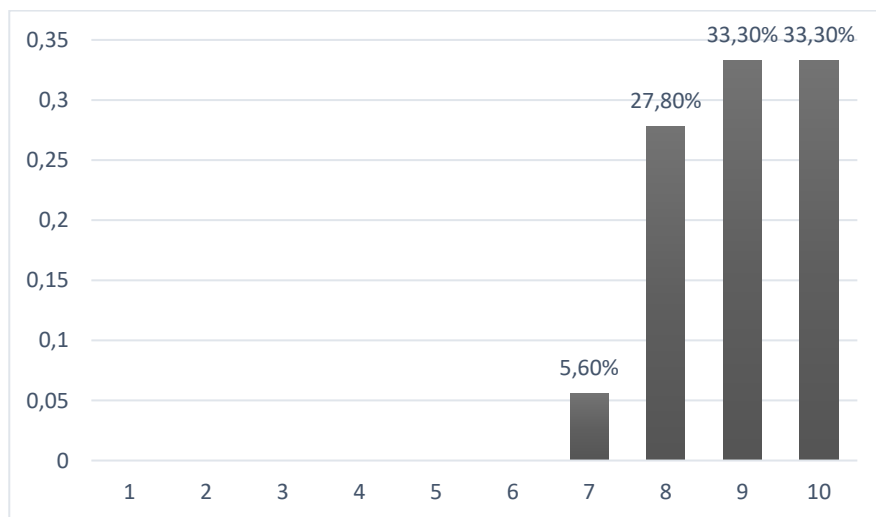
En la pregunta 17 se les ha preguntado sobre si la aplicación de la metodología docente estudio de casos ha supuesto un mayor esfuerzo y

trabajo dedicado a la asignatura por parte del alumnado, respondiendo afirmativamente el 33,3% de los encuestados, frente al 44,4% que ha contestado que no y el 22,2% que ha respondido “ni de acuerdo ni en desacuerdo”.

La pregunta 18 se diseñó con el objeto de conocer el grado de satisfacción de los/as estudiantes con la asignatura. Los/as estudiantes debían valorarlo en una escala de Likert del 1 al 10, donde el 1 representa muy mala y 10 muy buena.

En el gráfico nº1 podemos ver los resultados obtenidos, los cuáles han sido sumamente favorables ya que el 66,6% del alumnado ha valorado su grado de satisfacción con la asignatura con un 9 o un 10, valorándolo con un 7 u 8 el 33,4% restante.

**GRÁFICO 1.** *Grado de satisfacción del alumnado con la asignatura Dirección de Marketing.*

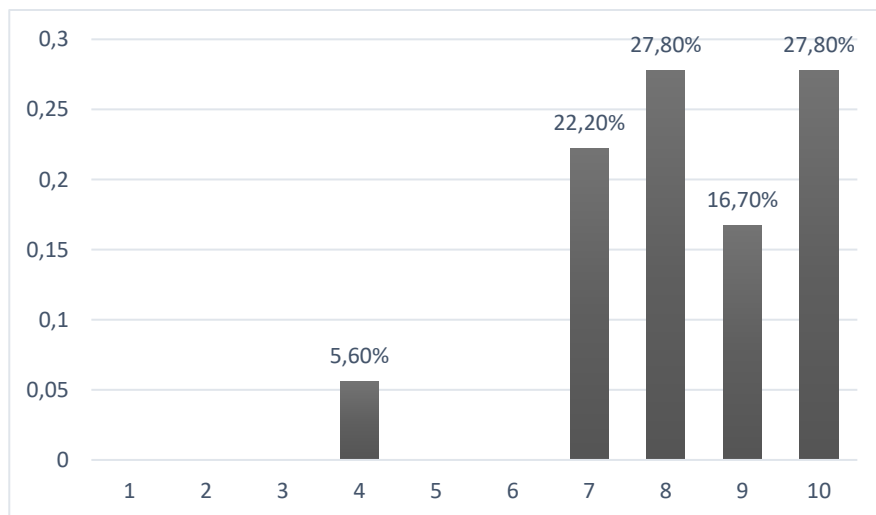


Elaboración propia, 2023

La última pregunta del cuestionario, la 19, iba dirigida a conocer la valoración que le daba el/la estudiante a la aportación que había tenido la asignatura en su formación. En este caso, los/as estudiantes debían valorarla en una escala de Likert del 0 al 10, donde el 0 representa nada y 10 mucho.

En el gráfico nº2 podemos ver los resultados obtenidos. Estos han sido muy favorables ya que el 44,5% del alumnado ha valorado la contribución de la asignatura en su formación con un sobresaliente y el 50% con un notable. Tan sólo 1 estudiante lo ha puntuado con un 4.

**GRÁFICO 2.** Percepción del alumnado acerca de la aportación de la asignatura Dirección de Marketing en su formación.



Elaboración propia, 2023

El análisis de las tasas de rendimiento, éxito y evaluación arrojan unos resultados muy positivos a pesar de haber transcurrido una sola convocatoria de evaluación de la asignatura en el curso. Así, una vez concluido el semestre de impartición de la asignatura, la asignatura Dirección de Marketing registró en la convocatoria de febrero una tasa de rendimiento (aprobados/matriculados) del 70%, siendo la tasa de éxito (aprobados/presentados) del 87,5%. Estos datos permiten afirmar que los resultados obtenidos han sido muy satisfactorios, más aún si tenemos en cuenta que más del 53% de los/as estudiantes que superaron la asignatura obtuvieron una calificación de matrícula de honor, sobresaliente o notable.

## 5. CONCLUSIONES

La experiencia docente llevada a cabo utilizando la metodología “estudio de casos” ha sido muy positiva. En opinión de la docente que ha emprendido el proyecto de innovación basado en el uso de esta metodología su aplicación ha tenido beneficios evidentes en el desarrollo de la docencia, en aspectos tan relevantes como son la implicación del alumnado, así como su motivación, interés y participación activa en clase, entre otros aspectos. Todo ello ha compensado la ardua tarea que conlleva la aplicación de esta metodología docente por cuanto requiere la preparación minuciosa de los casos como comentaremos más adelante.

Concretamente, el método del caso como metodología docente ha contribuido a la asimilación de contenidos y adquisición de competencias. Concretamente estamos haciendo referencia a las siguientes competencias:

- Aplicar los conocimientos de forma profesional.
- Mejorar sus competencias en la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de marketing.
- Capacidad para reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios.
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad crítica.
- Trabajo autónomo.
- Trabajo en equipo.
- Comunicación oral.

Además, el uso de esta metodología ha contribuido, según lo observado por la docente,

- 1) Al fomento de la lectura y búsqueda de documentación de diversas fuentes.
- 2) A la mejora de la comprensión lectora y oral.
- 3) A la exposición de la resolución de los casos.
- 4) A la participación en los debates.

Más de la mitad del alumnado matriculado ha seguido el desarrollo de la asignatura siguiendo las pautas fijadas en el proyecto. Se debe comentar que al indagar sobre los motivos que han llevado a algunos estudiantes a no seguir la evaluación continua, se ha podido constatar que ha sido en la mayor parte de los casos por coincidencia con una asignatura de primer curso de la que eran repetidores en las que se exigía la asistencia obligatoria o bien por estar trabajando.

A partir de los resultados obtenidos de la encuesta realizada a los/as alumnos se percibe la utilidad del método del caso como metodología docente frente a la metodología tradicional. Particularmente, en el fomento de la motivación del alumnado, de la implicación en las tareas de la evaluación continua, del aprovechamiento del tiempo en la clase, del trabajo en equipo y autónomo, de la organización y planificación y de la capacidad para resolver problemas y dudas, entre otros aspectos relevantes.

En definitiva, los beneficios logrados con el uso de esta metodología en la impartición de la docencia en marketing hacen aconsejable su uso, si bien es preciso tener en cuenta una serie de cuestiones relevantes para garantizar el éxito en la aplicación de esta metodología.

En concreto, nos estamos refiriendo a la necesaria implicación y compromiso del profesorado y del alumnado. Del profesorado con la preparación previa de los materiales teóricos y casos prácticos, con la organización de las clases, y con la tutorización y seguimiento del trabajo realizado por los/as estudiantes en el aula. Además, es necesario comprobar la disponibilidad información adicional provenientes de diversas fuentes que estén accesibles y que ayuden al alumnado a resolver las cuestiones que se plantean cada uno de los casos prácticos.

Por parte del alumnado es precisa su participación activa, tanto antes de las clases, con la preparación y comprensión de los materiales teóricos puestos a su disposición, como durante el desarrollo de las mismas, implicándose en la resolución de los casos de estudio a través del trabajo colaborativo, el trabajo en equipo, la creatividad, la búsqueda y análisis de la información proveniente de diversas fuentes y la capacidad para emitir juicios y resolver problemas, entre otros aspectos relevantes.

El principal inconveniente que se deriva del método del caso como metodología docente es el mayor tiempo que requiere tanto por parte de los docentes, básicamente para la preparación de los materiales teóricos y los casos prácticos, como por parte de los/as estudiantes, al tener que preparar con carácter previo a las clases los materiales teóricos siguiendo el cronograma de la asignatura.

A pesar de que solo se ha celebrado una de las 3 convocatorias anuales de evaluación de la asignatura se puede afirmar que los resultados académicos han sido muy buenos, lo que unido a la valoración otorgada a la experiencia docente llevada a cabo nos lleva a afirmar que el estudio de casos es una herramienta docente de gran valor en la impartición de materias como las que incluyen dentro del área del marketing.

## 6. REFERENCIAS

- Büchler, J.P., Brüggelambert, G., De Haan-Cao, H.H., Sherlock, R. y Savaneviciene, A. (2021). Towards and Integrated Case Method in Management Education-Developing an Ecosystem-Based Research and Learning Journey for Flipped Classrooms. *Administrative Sciences*. Tomo 11, N°4.
- Cárdenas-García, P.J., Pulido-Fernández, J.I. y Carrillo-Hidalgo, I. (2016). Adquisición de competencias en el Grado de Turismo mediante el aprendizaje basado en estudios de casos. *Aula Abierta*, 44, 15-22.
- Cátedra de Internacionalización (2022a). Empresa Titania. Casos de empresas andaluzas en su proceso de internacionalización. Universidad de Cádiz. [vídeo] <https://youtu.be/zfzlnJlzSh8>
- Cátedra de Internacionalización (2022b). Empresa Mowomo. Casos de empresas andaluzas en su proceso de internacionalización. Universidad de Cádiz. [vídeo] <https://youtu.be/4bXdo7iAAeU>
- Cátedra de Internacionalización (2022c). Empresa Cadigenia. Casos de empresas andaluzas en su proceso de internacionalización. Universidad de Cádiz. [vídeo] <https://youtu.be/Mj4fD1v13iU>
- Cátedra de Internacionalización (2023<sup>a</sup>, 30 de abril). Casos de Empresa. Universidad de Cádiz. Consultado el 30 de abril de 2023. <https://catedradeinternacionalizacion.uca.es/casos-de-empresas/>
- Cátedra de Internacionalización (2023b). Buceo Conciencia. Universidad de Cádiz. [vídeo] [https://youtu.be/E9fCjEaD\\_4g](https://youtu.be/E9fCjEaD_4g)



- Cátedra de Internacionalización (2023c). Sportiw. Universidad de Cádiz. [vídeo] <https://youtu.be/sRPK0m93f2s>
- Cátedra de Internacionalización (2023d). BookingFax. Universidad de Cádiz. [vídeo] <https://youtu.be/aGPmxLjUYMY>
- Cátedra de Internacionalización (2023e). Natalia Palomo. Casos de empresas andaluzas en su proceso de internacionalización. Universidad de Cádiz. [vídeo] <https://youtu.be/AmgtCb8ZqhY>
- Cátedra de Internacionalización (2023f). Empresa TAPECA. Casos de empresas andaluzas en su proceso de internacionalización. Universidad de Cádiz. [vídeo] <https://youtu.be/fpVokEr8pO0>
- Cátedra de Internacionalización (2023g). Empresa The Branx. Casos de empresas andaluzas en su proceso de internacionalización. Universidad de Cádiz. [vídeo] <https://youtu.be/pR-AH-wWR3g>
- Comisión Europea (2023, 18 de marzo). Proceso de Bolonia y Educación Superior. Consultado el 18 de marzo de 2023. <http://education.ec.europa.eu>.
- Domínguez-Torres, H. (2021). Análisis comparativo: el método del caso y la docencia tradicional en macroeconomía. 5th International Virtual Conference on Educational Research and Innovation. REDINE, Red de Investigación e Innovación Educativa. Madrid. España.
- Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales (2023, 18 de marzo). Memoria de Título Verificado. Universidad de Cádiz. Consultado el 18 de marzo de 2023. <https://economicas.uca.es>
- Fuentes, F.J. y Berbel, J.M. (2022). Casos de Internacionalización de Empresas Andaluzas. Tirant lo Blanch. España.
- Prieto, A., Barbarroja, J.; Álvarez, S. y Corell, A. (2021). Eficacia del modelo aula invertida (flipped classroom) en la enseñanza universitaria: una síntesis de las mejores evidencias. *Revista de Educación*, 391, 149-177.
- Quito, L., Loja, C. y Pallchisaca, S. (2021). El aula invertida como estrategia para la innovación educativa: propuesta de capacitación docente. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, septiembre-octubre, volumen 5, número 5.
- Sousa, S., Peset, M.J. y Muñoz-Sepúlveda, J.A. (2021). La enseñanza híbrida mediante flipped classroom en la educación superior. *Revista de Educación*, N° 391, Enero-Marzo.
- Strach, P. y Everett, A.M. (2008). Transforming research case studies into teaching cases. *Qualitative Research in Organizations and Management*, Tomo 3, N°3, 199-214.

- Universidad de Cádiz (2023, 18 de abril). Fichas de la asignatura Dirección de Marketing del Grado en Finanzas y Contabilidad. Consultado el 18 de abril de 2023.<https://asignaturas.uca.es/asig/2022-23/21507015/>.
- Villareal, O. y Landeta, J. (2010). El estudio de casos como metodología de investigación científica en dirección y economía de la empresa. Una aplicación a la internacionalización. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa, vol. 16, issue 3, 31-52.
- Yin (2020). Exploring the effectiveness of a Flipped Classroom with student teaching. The e-Journal of Business Education and Scholarship of Teaching, 14(1), 66-78.

# PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (LMS) COMO APOYO EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DIGITALES EN LA LICENCIATURA DE ADMINISTRACIÓN

---

REGINA LEAL GÜEMEZ

*Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa*

SALVADOR T. PORRAS DUARTE

*Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa*

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo y difusión de las tecnologías de información y comunicación (TI), y la difusión de Internet han generado un mundo mucho más interconectado que ha modificado la vida cotidiana, la educación, el trabajo, el gobierno y la salud. Esta transformación ha sido impulsada particularmente por tecnologías como las redes sociales, los dispositivos móviles, el Internet de las cosas, el Big data, las cuales han modificado el estilo de vida y forzado a las empresas a repensar su forma de operar (Yang, Chang, Huang y Mardani, 2023).

En particular, el desarrollo profesional en el área de Administración no se puede pensar sin el uso de las TI, por ejemplo, las organizaciones pueden implementar sistemas de información para la administración en las áreas funcionales y niveles de la organización, para la comunicación interna y externa, para el desarrollo de innovación de productos y servicios, para la implementación de procesos de manufactura inteligente o Industria 4.0 entre otros. Además, como resultado de la evolución digital y los avances en la tecnología los perfiles profesionales del administrador han cambiado, por ejemplo se requiere de personal para administrar las redes sociales de las organizaciones, la gestión de *e-commerce*, realizar la analítica de datos, administrar las relaciones con los clientes y

los proveedores, dirigir el marketing digital, así como llevar el control de la tecnología de máquinas y manufactura o diseñar la estrategia digital, etc. (Webb, McQuaid y Webster, 2021). Para enfrentar estas condiciones las organizaciones han tenido que llevar a cabo un proceso de digitalización que requiere de personal preparado a nivel individual en alfabetización informática para realizar esas tareas y a su vez favorece e incrementa sus posibilidades de desarrollo laboral.

La digitalización también ha cambiado la forma en que las Instituciones de Educación Superior (IES) enseñan y los alumnos aprenden, por lo que resulta necesario que éstas doten a los alumnos con la capacidad para poder hacer frente a este medio ambiente de forma que ejecuten y resuelvan las situaciones que se les presenten en este contexto (Webb, McQuaid y Webster, 2021). Gracias al surgimiento de diversos modelos de educación como la remota, híbrida o en línea es posible incorporar herramientas tecnológicas para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje y para que los alumnos desarrollen a su vez habilidades tecnológicas (McGuinness y Fulton, 2019). Por ello las universidades están ocupadas en incorporar capacidades vinculadas con la alfabetización digital, de forma amplia en las mismas instituciones así como en las diversas licenciaturas que ofrecen, involucrando tanto a los docentes como a los alumnos para incentivar el desarrollo de competencias digitales, que serán fundamentales para poder aprender de forma permanente, para llevar a cabo actividades en un medio ambiente digital y resolver problemas en medios virtuales y empleando herramientas tecnológicas (Martzoukou, et ál., 2020; Sánchez-Macías y Veytia-Bucheli, 2019).

### 1.1. ALFABETIZACIÓN DIGITAL Y COMPETENCIAS DIGITALES

Como resultado de las necesidades arriba mencionadas han surgido diversos conceptos como alfabetización informacional, alfabetización digital, competencias digitales entre otros, mismos que dada su importancia han sido definidos por diversos autores y organismos internacionales.

De acuerdo con la UNESCO la alfabetización digital es la habilidad de acceder, manejar, entender, integrar, comunicar, evaluar y crear información de forma segura y apropiada a través de tecnologías digitales para el empleo. Incluye varias competencias referidas como

alfabetización computacional, alfabetización de TI, alfabetización informacional y alfabetización de medios (Law, et ál., 2018).

Por su parte la Federación Internacional de Asociaciones e Instituciones Bibliotecarias define el término de alfabetización digital como la habilidad de aprovechar el potencial de las herramientas digitales, incorporando el conocimiento de saber usar el Internet al máximo, efectivamente, eficientemente y éticamente, para encontrar la información requerida a nivel personal, cívico y profesional (Federación Internacional de Asociaciones e Instituciones Bibliotecarias [IFLA], 2017, como se citó en Vuorikari, Kluzer y Punie, 2022). Utilizar el Internet creativamente y de forma segura teniendo claro los riesgos asociados con la privacidad y los impactos legales y éticos de los ciudadanos globales que requieren de estándares y guías para comportarse en línea (IFLA, 2017, como se citó en Vuorikari, Kluzer y Punie, 2022).

La alfabetización digital implica la inclusión de diversos tipos de habilidades básicas, operativas, cognitivas, sociales y de actitudes que se requieren para utilizar tecnología digital, las cuales permiten localizar, analizar y redactar información clara al escribir y comunicarse sobre diversas plataformas digitales (Choundhary y Bansal, 2022; Martzoukou, et ál., 2020). Estos conocimientos, habilidades y actitudes permitirán apropiarse del uso de herramientas de información y comunicación para tener acceso, administrar, integrar y evaluar información, construir nuevo conocimiento y poder comunicarlo con los otros, con el objetivo de participar en la sociedad (Claro et ál., 2018; Martín y Grudziecki, 2006; McGuinness y Fulton, 2019; Mon y Gisbert Cervera, 2013; Rodríguez Espinosa, Restrepo Betancur y Aranzazu, 2014). En particular, la habilidad para evaluar contenidos digitales es un componente muy importante de la alfabetización digital, sobre todo en el contexto del aprendizaje en la universidad no solo por la importancia de tener acceso a la información sino para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Rodríguez Espinosa, Restrepo Betancur y Aranzazu, 2014; Tiernan, 2021).

Con el propósito de fomentar la alfabetización digital se han creado estándares internacionales que sirven como marco teórico para clasificar

y desarrollar las competencias digitales dirigidas a los ciudadanos en general, a las organizaciones, a los docentes y a los alumnos.

Por ejemplo, en 2006 la Unión Europea resaltó la importancia de la competencia digital como fundamento para el aprendizaje a lo largo de la vida, para la capacitación y el empleo. Posteriormente se obtuvieron resultados a través de diferentes proyectos como el denominado DIGCOM desarrollado por una Comisión Europea; en Noruega surgió el modelo Krumsvik; en Estado Unidos de América el proyecto TPAXK, el modelo ISTE estándar y el modelo P21, mientras que en el Reino Unido la institución JISC elaboró un modelo de competencias digitales (Choundhary y Bansal, 2022).

En particular, el JISC (2012) creó un programa de desarrollo de alfabetización digital para alumnos con la intención de que éstos adquirieran capacidades que les permitan vivir, aprender y trabajar en una sociedad digital, haciendo hincapié en diversas áreas como el uso de herramientas digitales, el profesionalismo digital, la comunicación efectiva de ideas, la colaboración en redes virtuales y la utilización de tecnologías digitales para apoyar la reflexión. Posteriormente creó en el 2018 el marco de referencia para el desarrollo de competencias digitales en las organizaciones que pueden ser utilizadas por docentes y estudiantes (JISC, 2018).

Por su parte el Departamento de Educación de Reino Unido (2019) creó el marco de referencia para desarrollar habilidades básicas digitales para la vida y el trabajo como por ejemplo competencias y productividad con TI, para manejar y conectar diferentes dispositivos, entender Internet, utilizar buscadores, comunicarse o tener habilidades de comunicación digital para relacionarse con otros de forma digital a través de correo electrónico o aplicaciones de mensajería, emplear herramientas de video o redes sociales, poder manejar información y contenidos, realizar transacciones, resolver problemas en un marco de seguridad y legalidad en línea (Martzoukou, et ál., 2020). De igual forma la European Skills Agenda en 2020 incluye como parte de las competencias digitales para ciudadanos la alfabetización informacional y de datos, comunicación y colaboración, alfabetización de medios, creación de contenidos digitales (incluyendo programación), seguridad (bienestar digital y competencias ligadas con la ciberseguridad), preguntas relacionadas con la propiedad

intelectual, resolución de problemas y pensamiento crítico (EU, 2019; Vuorikari, Kluzer y Punie, 2022). También se han desarrollado marcos de referencia para el diagnóstico y mejora de competencias digitales docentes para mejorar la práctica educativa y el desarrollo profesional continuo, el Marco Común de Competencia Digital Docente propuesto por el Gobierno de España establece cinco áreas: información y alfabetización informacional, comunicación y colaboración, creación de contenido digital, seguridad y resolución de problemas (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación de Profesorado [INTEF], 2017).

La competencia digital de acuerdo con el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación de Profesorado (INTEF, 2017) se puede definir como la utilización creativa, crítica y segura de TI para lograr objetivos vinculados con el trabajo, el empleo, el aprendizaje, la recreación, la inclusión y la participación en la sociedad. Para lo cual se requiere de un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes vinculadas con varios objetivos como comunicar, expresar, manejar información, etc., aplicadas a diferentes áreas como el trabajo, tareas cotidianas, aspectos de seguridad y legales y que involucran a su vez diversos niveles (Janssen y Stoyanov, 2012, como se citó en Sánchez-Macías y Veytia-Bucheli, 2019; Vuorikari, Kluzer y Punie, 2022).

En síntesis, se pueden señalar cinco áreas fundamentales que involucran la competencia digital: alfabetización informacional y de datos, comunicación y colaboración, creación de contenido digital, seguridad y solución de problemas. La alfabetización informacional y de datos se refiere a la capacidad de encontrar, evaluar, administrar, seleccionar, organizar y compartir información, datos y contenidos digitales evaluando su finalidad y relevancia (INTEF, 2017; JISC, 2018). La comunicación y colaboración es la capacidad de comunicarse efectivamente en medios y espacios digitales a través de herramientas en línea para poder colaborar en equipos digitales y la posibilidad de construir redes digitales (INTEF, 2017; JISC, 2018). La creación de contenido digital está relacionado con la producción creativa, es decir el diseño o creación de nuevos contenidos, integrar y reelaborar conocimientos y contenidos previos, elaborar producciones artísticas, desarrollar nuevas prácticas con tecnología digital, contenidos multimedia y programación informática,

utilización de derechos de propiedad intelectual y licencias de uso (INTEF, 2017; JISC, 2018). La seguridad implica la posibilidad de proteger la información, datos personales y contenido digital, administrar la identidad digital, es decir el uso responsable y seguro de la tecnología (INTEF, 2017; JISC, 2018). Por último la resolución de problemas es la posibilidad de que a través de la evidencia digital se puedan resolver cuestiones y contestar preguntas, identificar necesidades de usos de recursos digitales, tomar decisiones informadas sobre herramientas digitales apropiadas, resolver problemas conceptuales a través de medios digitales (INTEF, 2017; JISC, 2018).

En el ámbito de la educación existen diversas investigaciones que señalan que los estudiantes universitarios de diferentes niveles llegan a la educación superior con deficiencias importantes en sus competencias digitales, si bien están familiarizados y se sienten cómodos en el uso de Internet, no necesariamente son usuarios competentes, de ahí la importancia de incluir cursos en los planes de estudio dirigidos al desarrollo de estas habilidades (Martzoukou, et ál., 2020; Mrah, 2022).

Considerando las diversas tareas y actividades que los alumnos realizan a lo largo de su estancia en la universidad, es importante que en los planes de estudios se incluyan por lo menos contenidos que les proporcionen habilidades digitales relacionadas con la alfabetización informacional, con habilidades para la investigación digital y con aquellas que se requieren para la creación digital. Como ya se mencionó, las competencias para la alfabetización informacional se refieren a aquellas que se utilizan para encontrar fuentes de información y agregar las referencias correspondientes, para organizar información e incorporar las que pueden servir de base para su utilización profesional en un futuro (Vuorikari, Kluzer y Punie, 2022). Las habilidades digitales de investigación se refieren a organizar y almacenar datos de investigación digital, siguiendo guías éticas, legales y de seguridad para su utilización en una investigación, así como herramientas para el análisis de datos digitales (Vuorikari, Kluzer y Punie, 2022). Para la creación digital es necesario la utilización de aplicaciones para codificar y diseñar, empleo de juegos digitales, de medioambientes virtuales e interfaces, mismas que les permitirán trabajar aplicaciones y nuevas tecnologías (Vuorikari, Kluzer y Punie, 2022).



Resulta importante que las IES enfatizen el desarrollo de las competencias de alfabetización informacional y de datos a través de los planes de estudio, además de las operaciones básicas en herramientas digitales y tecnologías. De acuerdo con las propuestas de todos los programas mencionados el desarrollo de estas habilidades es esencial para articular las necesidades de información de los usuarios, localizar y recuperar datos digitales, información y contenido, así como para asegurarse de la veracidad de las fuentes y sus contenidos, además de poder almacenar la información, administrarla y organizarla (Choundhary y Bansal, 2022; Torres-Flórez y Pachón, 2021).

## 2. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es presentar cómo, a través de la utilización de un Sistema de Gestión de Aprendizaje o LMS (*Learning Management System*) en un primer curso de Informática de la Licenciatura en Administración en la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAMI) se puede apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje y desarrollar habilidades digitales que sirvan a los alumnos como herramientas para su educación en la universidad y como base para su desempeño laboral.

## 3. METODOLOGÍA

Desde la década de los 90 del siglo pasado la Educación Superior se ha transformado como efecto de cambios producidos por la globalización, el desarrollo de la economía, el surgimiento de la sociedad del conocimiento y sobre todo por la adopción y difusión de TI (Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa [UAMI], 2022). Resulta evidente que, la forma en que las universidades enseñaban tenga que modificarse enfocándose en un proceso de enseñanza aprendizaje donde el alumno se vuelva el actor principal del mismo a través de un trabajo colaborativo y dinámico, apoyándose del uso de TI y con el objetivo de su futura inserción en el mercado laboral.

Actualmente las modificaciones que han realizado las IES en relación con las estrategias de alfabetización digital se basan en el reconocimiento de la importancia de las principales habilidades digitales para

tener éxito en el estudio, en el empleo y en el aprendizaje a lo largo de toda la vida (Choundhary y Bansal, 2022; Martzoukou, et ál., 2020).

A partir del desarrollo acelerado de las TI y su influencia en todas las áreas en general, en el caso particular de la educación han surgido nuevas pedagogías y formas de aprendizaje generando la creación de nuevas teorías basadas en cómo aprenden las personas en una era hiperconectada, por ejemplo el conectivismo, la teoría de aprendizaje red, aprendizaje rizomático, teoría de la red de actores, teoría de la actividad; también nuevas corrientes pedagógicas como las aulas sin fronteras, aulas invertidas, aprendizaje híbrido; así como nuevas formas de participar en el aprendizaje utilizando tecnologías digitales; cambios en la investigación y la escolaridad a través de nuevos métodos y metodologías especialmente alrededor de la recolección y análisis de datos, el papel y valor de los datos, nuevos especialistas digitales; en la práctica profesional como por ejemplo en nuevas formas de relacionarse con los clientes, nuevas prácticas de trabajo dentro y fuera de las organizaciones, nuevas habilidades; en la comunicación pública de conocimientos a través de formas novedosas de publicación, colaboración, comunicación, visualización de datos, utilización de medios digitales para comunicar ideas; y el uso de sistemas digitales que apoyan la administración, dirección y operación en las organizaciones (Beetham, 2015).

Como consecuencia de los múltiples factores que han modificado el contexto de la educación superior, la UAMI desarrolló un modelo educativo que incluye un conjunto de conceptos, principios y procedimientos que funcionarán como fundamento para llevar a cabo la tarea educativa, para articular y determinar las estrategias y procedimientos que permitan a la institución llevar a cabo sus metas (UAMI, 2022). Para la operación eficiente del modelo se definieron una serie de dimensiones: filosófica, contextual cultural, organizacional y pedagógica, las cuales se determinaron a partir de los valores establecidos por la propia institución, su situación geográfica y características sociales de la Unidad, la forma en que está organizada con base en su propia normativa y la perspectiva teórico-metodológica del proceso de enseñanza aprendizaje (UAMI, 2022).

Considerando lo anterior se creó un Modelo Académico de Construcción Colaborativa del Aprendizaje (MACCA) a través del cual alumnos, profesores y personal de apoyo con base en un modelo pedagógico ejecutaran la docencia a través de un proceso de enseñanza-aprendizaje basado en una serie de principios pedagógicos dirigidos a: centrar la atención en el alumno, educar para la incertidumbre, favorecer la inclusión social, vincular la investigación con el proceso de enseñanza aprendizaje, determinar estrategias de aprendizaje innovadores, planear el aprendizaje y evaluar para aprender (UAMI, 2022).

La base de los principios pedagógicos del modelo implican la participación tanto del alumno como del profesor en la generación y apropiación de conocimiento, vinculando la teoría con la práctica para que los alumnos desarrollen habilidades que puedan implementar en su desempeño profesional, de tal forma de utilizar el trabajo en equipo, empleando TI y con la posibilidad de aprovechar diferentes modalidades de educación, desde la presencial, la modalidad mixta, la educación asistida y la educación en línea (Sánchez-Macías y Veytia-Bucheli, 2019; UAMI, 2022).

Si bien en todas las modalidades se aprovechan de las herramientas tecnológicas para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje las diferencias radican en la presencia física, sincrónica o asincrónica del docente. Por ejemplo, en la modalidad mixta y la de educación asistida se trataría de aprendizaje híbrido o *blended-learning (b-learning)* el cual combina las tecnologías físicas de uso presencial y sincrónicas con las de tipo virtual, no presencial y asincrónicas, mientras que el *e-learning* o modalidad en línea es aquella pensada a través del uso de tecnologías virtuales, no presenciales y asíncronas (UAMI, 2022).

Para lograr el objetivo de este trabajo se implementó el modelo pedagógico del MACCA en el curso presencial obligatorio de Informática que forma parte del plan de estudios de la Licenciatura en Administración, y para el cual se utilizaron recursos tecnológicos y audiovisuales como apoyo para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Con base en una planeación didáctica se creó un Aula Virtual (AV) en la plataforma LMS Moodle que sirvió como medio para la distribución de la información del curso, para intercambiar ideas y experiencias, para aplicar y experimentar con lo aprendido y para la evaluación del

conocimiento basada en el programa del curso de Informática. En ésta se incluyó el diseño y la planeación curricular del curso, donde se favorece la participación activa del alumno en su aprendizaje, la participación colaborativa en el proceso enseñanza-aprendizaje y el aprendizaje significativo enfocado a la solución del problema (Buitrón de la Torre, 2011). Así mismo en esta AV se generaron entornos de interacción síncrona y asíncrona basado en el programa curricular a través del cual se llevó a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje (Buitrón de la Torre, 2011). El profesor utilizó el AV como apoyo a lo largo del curso donde él presenta los contenidos y conduce el curso, utilizando recursos y actividades que fomentan el trabajo activo y colaborativo de los alumnos.

El objetivo general del curso de Informática es que los alumnos manejen las TI a través del desarrollo de habilidades digitales principales para crear, comunicar, tomar decisiones y resolver problemas en entornos colaborativos de forma tal que permita administrar la información para la creación de conocimiento en las organizaciones. Para ello se incluye en el contenido del programa los temas de fundamentos de computación, utilización de un programa de hoja de cálculo y empleo de un programa de administración de base de datos.

A través del proceso de enseñanza aprendizaje los alumnos desarrollarán las principales competencias digitales básicas: la alfabetización informacional y de datos, la comunicación y colaboración, la creación de contenidos digitales, la seguridad y resolución de problemas, así como el uso de dos programas de aplicación enfocados a la disciplina de Administración.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando la importancia de la alfabetización digital y como respuesta tanto a la educación como a las necesidades del mercado laboral, las IES están involucradas en el desarrollo de habilidades de los estudiantes de todas las áreas, de tal forma que sean capaces de navegar a través de un medio ambiente digital, trabajar colaborativamente en entornos de aprendizaje virtuales y plataformas asociadas, utilizar software de aplicación y redes sociales; así como buscar, evaluar críticamente y utilizar fuentes con diversos formatos de información articulando el

conocimiento a través de varios dispositivos digitales y presentarse a ellos mismos profesionalmente en línea (Webb, McQuaid y Webster, 2021). A su vez este conjunto de capacidades digitales será fundamental con respecto a las posibilidades laborales futuras (Webb, McQuaid y Webster, 2021).

En los últimos años y sobre todo durante la pandemia de Covid 19, las IES han valorado por ejemplo los sistemas de *e-learning* como una forma creativa de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje por lo que han decidido invertir adoptar y difundir diferentes infraestructuras tecnológicas, como por ejemplo, ambientes virtuales de aprendizaje conformadas por un conjunto de herramientas como blogs, wikis, documentos compartidos, foros de discusión, podcast, lecturas, laboratorios virtuales, capturas de pantalla, etc., para entornos en línea o híbridos, los cuales también han generado diferencias en la calidad de la satisfacción de los usuarios y de sus preferencias (Pérez Escoda, Lena-Acebo y García-Ruiz, 2021; Prodanova, San-Martín y Sánchez-Beato, 2021; Webb, McQuaid y Webster, 2021).

La adopción y difusión de TI en los procesos educativos también han traído como resultado cambios en la forma en que se aprende así como en la necesidad de que alumnos y docentes desarrollen competencias digitales y las incorporen a diferentes modelos de enseñanza como por ejemplo, el modelo objetivista, el modelo constructivista, el cooperativo o colaborativo, el procesamiento de información cognitivo y el modelo sociocultural y el aprendizaje colaborativo en entornos virtuales (Avery Gomez, Wu, y Passerini, 2009; Leidner y Jarvenpaa, 1995).

Independientemente del modelo de enseñanza utilizado hoy en día existe la posibilidad de incorporar una gran variedad de tecnologías digitales que se utilizan para apoyar el aprendizaje en la Educación Superior y sobre las que se han realizado diversas investigaciones: LMS o plataformas para gestionar cursos en línea; herramientas para publicar y compartir; sistemas colaborativos; redes sociales; herramientas de comunicación interpersonal; herramientas para agregar contenidos; ambientes virtuales 3D; sistemas para calificación y retroalimentación; herramientas móviles y software o aplicaciones basadas en Internet (Pinto y Leite, 2020; Salas-Rueda, et ál., 2022).

En particular la oportunidad de involucrar a las TI en el proceso de enseñanza-aprendizaje ha generado la creación de herramientas de software que se utilizan para poder administrar y llevar a cabo todas las actividades de aprendizaje, como son las plataformas de aprendizaje (LMS) (Conde González, 2012). Un LMS incluye un amplio conjunto de aplicaciones informáticas instaladas en un servidor cuyo objetivo es apoyar las actividades involucradas en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Éstas resultan muy útiles porque dirigen, apoyan y supervisan el trabajo del alumno durante todo el curso, además incluyen todas las necesidades de los cursos impartidos por las instituciones, y le permiten a los docentes la administración de los mismos ya que se puede organizar, crear y proporcionar contenidos a los alumnos, agregar información de texto, imágenes, videos y sonidos, incluir actividades, recursos, control de evaluaciones, entre otros, así mismo es el espacio en donde los alumnos pueden encontrar toda la información relacionada con el curso, pueden comunicarse con el profesor y los compañeros y seguir el avance de su curso (Cabero, Del Prete y Arancibia, 2020; Conde González, 2012; Sánchez-Macías y Veytia-Bucheli, 2019). Es decir, a través de esta plataforma el docente puede crear, difundir y administrar contenido, supervisar la participación de los alumnos y evaluarlos (Universidad Anáhuac México, 2023).

Con base en la infraestructura tecnológica que se utilice pueden desarrollarse LMS hospedados en la nube, auto-hospedados, en aplicaciones móviles o en aplicaciones de escritorio (Universidad Anáhuac México, 2023). Los hay comerciales como ATutor, Claroline, Course Wir, Moodle o de software libre como Oracle, iLearning, Blackboard; o de desarrollo propio (Buitrón de la Torre, 2011). Es posible utilizar estas plataformas para su implementación de forma institucional con base en los objetivos académicos como por ejemplo Moodle y Blackboard, los cuales se caracterizan por proveer el acceso de recursos y servicios de un curso formal, o en cursos híbridos o de educación a distancia (Pinto y Leite, 2020).

De acuerdo con diversos estudios se puede señalar que el uso de estas plataformas tiene un impacto positivo en los resultados académicos de los alumnos, además de que favorece la comunicación con los mismos

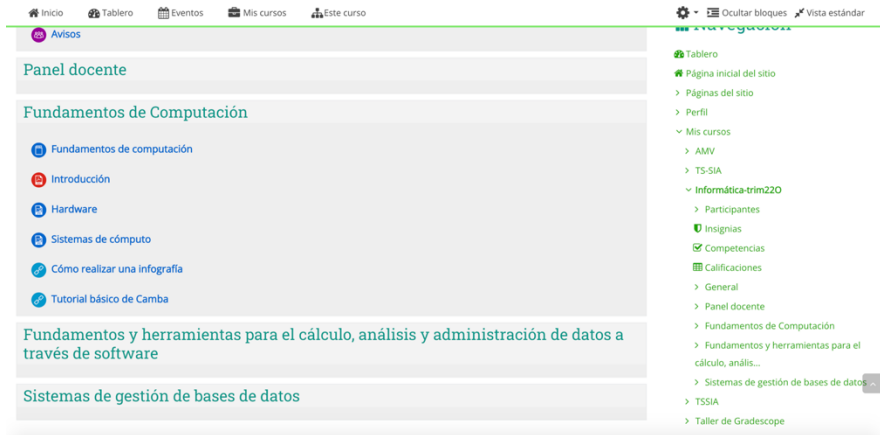
(Pinto y Leite, 2020). Otra ventaja del LMS es que el alumno puede utilizarlo en diversos dispositivos como computadora o dispositivos móviles y en diferentes niveles y disciplinas (Universidad Anáhuac México, 2023; Pinto y Leite, 2020). Por lo general son interfaces amigables que facilitan su navegación donde se pueden incluir un conjunto de cursos disponibles en cada institución (Universidad Anáhuac México, 2023).

Para nuestra investigación, se elaboró un espacio virtual de aprendizaje (EVA) o Aula Virtual para el curso de Informática en el LMS de Moodle institucional denominado Virtuami. Esta AV funcionó como apoyo a lo largo del curso donde el profesor impartió el contenido establecido en el programa de estudios a un grupo de alumnos inscritos en la materia. A través de la misma se llevó a cabo el trabajo académico colaborativo, interactivo así como todas las actividades de aprendizaje y se incluyeron espacios para el conocimiento, colaboración, asesoría, experimentación y gestión del curso (Buitrón de la Torre, 2011).

En el AV de la materia de Informática se incluyó el plan docente del curso que describe: los datos de los profesores; una introducción del curso; los contenidos generales y específicos; el temario; un cronograma señalando los temas, actividades y recursos; los criterios de evaluación, el código de ética y la bibliografía correspondiente.

El cronograma elaborado se basó en cada uno de los temas del curso en los que se incluyeron diversos recursos y actividades. Las aplicaciones que incluyen los LMS sirven para distribuir contenidos que el docente pone a disposición de los alumnos; para comunicar y colaborar tanto de forma asíncrona como síncrona a través de libros, páginas, archivos, URL, bases de datos, foros de discusión, salas de chat, wikis, blogs, mensajería interna, glosarios; para dar seguimiento y evaluar a los alumnos como por ejemplo exámenes, cuestionarios, tareas, etc.; para manejar la administración del curso (Buitrón de la Torre, 2011; Moodle, 2022). Por ejemplo, para almacenar el contenido vinculado con el curso se crearon libros para cada tema donde se agregaron archivos con presentaciones sobre temas específicos, archivos con infografías, archivos con videos, ligas para consultar libros, sitios de Internet y videos. También para cada tema se incluyeron actividades como por ejemplo tareas, cuestionarios, foros, examen, glosario y wikis (Ver Figura 1).

FIGURA 1.



Fuente: <https://mvirtuami.izt.uam.mx/>

De tal forma que a través del uso de los LMS los alumnos pudieron consultar contenidos del curso en cualquier momento, participar activamente durante el proceso de enseñanza-aprendizaje al entregar tareas, realizar actividades, participar en foros, también cada estudiante pudo ir avanzando a su propio ritmo (Salas-Rueda, et ál., 2022). Por su parte el docente llevó a cabo la administración del curso a través del AV pues le permitió registrar a los alumnos inscritos, establecer un calendario, determinar los contenidos de las sesiones, permitir el ingreso de los participantes, establecer comunicación personalizada, diseñar diferentes tipos de evaluaciones y hacer anuncios al grupo (Universidad Anáhuac México, 2023).

Con base en el modelo de enseñanza de aprendizaje colaborativo en entornos virtuales se diseñaron diferentes actividades vinculadas con el contenido del curso para que los alumnos desarrollaran las competencias digitales de alfabetización informacional y de datos, comunicación y colaboración, creación de contenido digital, seguridad y resolución de problemas (Avery Gomez, Wu y Passerini, 2009; Leidner y Jarvenpaa, 1995). Los alumnos llevaron a cabo prácticas y tareas trabajando en grupo y utilizando TI para la elaboración del trabajo, el almacenamiento de información y el trabajo colaborativo, de tal forma que entre todos pudieron interactuar, analizar la información, contrastar sus



puntos de vista y aprender (Avery Gomez, Wu y Passerini, 2009; Revelo-Sánchez et ál., 2018).

Con respecto a la habilidad de alfabetización informacional y de datos se diseñaron actividades que favorecieran que el alumno aprendiera a utilizar las TI para acceder, encontrar, organizar, editar y administrar información digital, de tal forma que en la primera parte del curso investigaron información en Internet sobre fundamentos de computación y sobre el sistema operativo Windows. Ambas actividades las llevaron a cabo en equipos favoreciendo el trabajo colaborativo y utilizando dos herramientas para la elaboración del informe: documentos de Google drive y Wikis en el AV. También para el segundo tema crearon y diseñaron infografías en grupos sobre la utilización de herramientas y funciones en Excel. Para llevar a cabo las actividades anteriores aprendieron a evaluar el contenido digital en términos de su calidad, relevancia, credibilidad y utilidad y desarrollaron la capacidad de filtrar la información digital para evaluar su contenido antes de utilizarlo en su propio trabajo (INTEF, 2017).

El empleo del AV fomentó actividades de trabajo colaborativo a través del aprendizaje y uso de diversas herramientas como por ejemplo: participaron en la elaboración de Wikis y documentos compartidos con la aplicación de Google Drive para crear manuales, con las cuales los alumnos incrementaron la experiencia de trabajar en entornos híbridos, desarrollaron sus habilidades de escritura, construyeron conocimiento colaborativo al editar, escribir y compartir comentarios, incrementando sus capacidades de comunicación, colaboración y trabajo en equipo (Cabeiro, Del Prete y Arancibia, 2020; Pinto y Leite, 2020). También participaron en Foros para discutir los conceptos principales sobre fundamentos de computación y comunicaron el resultado de la elaboración de infografías relacionadas con el uso de funciones de Excel, cuyo resultado fue que mejoraron la comunicación interpersonal con otros compañeros, con el docente y colaboraron en trabajos en conjunto, permitiendo a través de este diálogo continuo estimular la participación de los alumnos en clase (Pinto y Leite, 2020). De igual forma utilizaron el correo electrónico y el chat de grupo durante todo el curso. Es decir aprendieron y practicaron la capacidad de interactuar, comunicar y colaborar a través

de tecnologías digitales ya que participaron de forma continua a lo largo del curso a través del empleo de la plataforma digital del AV (INTEF, 2017; JISC, 2018).

En la primera parte del curso como ya se mencionó los alumnos llevaron a cabo prácticas donde diseñaron y crearon diversos contenidos digitales, a partir de la información investigada integraron y reelaboraron conocimientos y contenidos previos, como por ejemplo al utilizar una Wiki que sirvió de manual durante todo el curso para usar el SO Windows; empleando aplicaciones informáticas para su elaboración como Canva y Cmaptools elaboraron cuadros sinópticos y mapas conceptuales sobre conceptos de fundamentos de computación (INTEF, 2017; JISC, 2018). Conforme se revisó el contenido del segundo tema del curso los alumnos aprendieron el uso de una hoja de cálculo y pudieron crear diversos contenidos digitales basados en el uso y procesamiento de datos numéricos que además se representaron de forma gráfica. Con respecto al último tema del curso los alumnos organizaron, diseñaron e implementaron un conjunto de información empleando un programa manejador de base de datos.

Todo el trabajo realizado durante el proceso de enseñanza aprendizaje se llevó a cabo utilizando la información de forma responsable, aprendiendo a crear contenidos con licencias diferenciadas y citando correctamente todo el material digital e impreso que utilizaron para la creación de sus contenidos digitales (INTEF, 2017; JISC, 2018).

Por último, los alumnos utilizaron software de hoja de cálculo y base de datos para resolver problemas relacionados con tareas administrativas como creación de inventario, manejo de información en tablas, control de gastos, simulación de créditos, determinación de indicadores estratégicos, clasificación y consulta de bases de datos de tal forma de desarrollar habilidades que les permitieron utilizar de forma creativa herramientas digitales para contestar preguntas, solucionar problemas y poder tomar decisiones informadas y fundamentadas (INTEF, 2017; JISC, 2018).

Las actividades y tareas incluidas en el AV de Informática fueron diseñadas con el propósito de que los alumnos aprendieran el uso de herramientas tecnológicas y desarrollaran competencias digitales como la alfabetizan informacional, la investigación digital y la creación digital,

fundamentales para la realización de diversos trabajos universitarios en los siguientes cursos que forman parte del plan de estudios (Choundhary y Bansal, 2022; Vuorikari, Kluzer y Punie, 2022).

Las competencias digitales que aprendieron y desarrollaron los alumnos en este primer curso de la Licenciatura en Administración son las que podrán utilizar a lo largo de su carrera y vida profesional aprovechando el uso de TI para agilizar sus tareas de búsqueda, identificación, organización, análisis y selección de información de forma eficiente, segura y legal, el uso crítico de información, datos y medios, la creación digital, la resolución de problemas así como la posibilidad de establecer comunicación a través de diversos dispositivos y formas, transformar información en conocimiento y poder transmitirlo. Además adquirieron la confianza en el uso de la tecnología digital no solo como apoyo a su aprendizaje sino también para su trabajo profesional.

Uno de los principales beneficios de incorporar el LMS en el curso fue la flexibilidad para incluir diversas actividades y recursos a la plataforma, los cuales se planearon con el objetivo de favorecer la participación activa del alumno, el trabajo colaborativo y el aprendizaje enfocado a la solución del problema (Buitrón de la Torre, 2011). También la posibilidad de que los alumnos utilizaran el Internet de forma más amplia trabajando tanto presencialmente como de forma remota y a su propio ritmo. Los alumnos desarrollaron e incrementaron sus propias habilidades para administrar su tiempo, para seguir instrucciones, para trabajar en equipo y evidentemente para aprender el uso de nuevas tecnologías, entre otras.

El AV representó la oportunidad de alinear el proceso de enseñanza-aprendizaje con base en los principios pedagógicos del MACCA, sin embargo la transición no estuvo exenta de complejidad y trabajo debido a la planeación de la creación de la misma, el diseño de contenidos y formatos y el incremento de interacciones con los alumnos a través de la plataforma.

## 5. CONCLUSIONES

A partir del desarrollo acelerado de las TI y su influencia en todas las áreas en general, en el caso particular de la educación han surgido nuevas pedagogías y formas de aprendizaje con la creación de nuevas teorías de cómo aprenden las personas en una era hiperconectada, nuevas corrientes pedagógicas y nuevas formas de participar en el aprendizaje utilizando tecnologías digitales.

Hoy más que nunca las universidades requieren impulsar estrategias para enfrentar los cambios que ha sufrido la Educación Superior y que la han transformado, por eso iniciativas como el MACCA permiten que tanto los alumnos como los docentes puedan llevar a cabo un proceso de enseñanza-aprendizaje donde los alumnos participen activamente, puedan vincular la teoría con la práctica, aprendan a trabajar en equipo, se familiaricen con nuevas formas de comunicación y desarrollen habilidades digitales.

Los LMS son plataformas muy flexibles en donde fácilmente se pueden desarrollar Aulas Virtuales que funcionen como apoyo a lo largo del curso, como medio para distribución de información del contenido del curso, para intercambiar ideas y experiencias, para aplicar y experimentar con lo aprendido y para la evaluación del conocimiento basado en el programa del curso.

La utilización de Aulas Virtuales desarrolladas en LMS representa un ejemplo de cómo a través del empleo de las TI se puede apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje relacionado con los objetivos pedagógicos centrados en el aprendizaje colaborativo, cooperativo y autónomo, generando efectos positivos tanto en el desempeño de los alumnos como en sus resultados académicos, y además promoviendo el desarrollo de sus habilidades digitales.

Para los alumnos que se están formando en la Licenciatura en Administración este primer curso de Informática representa la posibilidad de desarrollar habilidades digitales que les servirán a lo largo de su desarrollo escolar, pero también en su vida laboral puesto que el uso de TI ha permeado en todas las actividades administrativas de una

organización y de igual forma ha modificado el perfil profesional de los administradores.

En particular los alumnos de la Licenciatura en Administración de la UAMI se incorporarán en el mercado laboral donde tendrán el compromiso de utilizar estas competencias en beneficio de las organizaciones donde se integren, contribuyendo en su digitalización y en la ejecución de mejores prácticas administrativas a través del uso eficiente de TI.

## 6. REFERENCIAS

- Avery Gomez, E., Wu, D. y Passerini, K. (2009). Traditional, Hybrid and Online Teamwork: Lessons from the Field. *Communications of the Association for Information Systems*, 25(33), 395-412.
- Beetham, Helen (2015). Deepening digital know-how: building digital talent. Key issues in framing the digital capabilities of staff in UK, HE and FE. JISC. <http://www.jisc.ac.uk>
- Buitrón de la Torre, M. E. (2011). Modelo Didáctico para la Creación de Ambientes Virtuales de Aprendizaje. Estrategia Didáctica y de Diseño de Interfaz para la Construcción de un Aula Virtual. [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco]. <https://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/5635>
- Cabero, J., Del Prete, A.C. y Arancibia M.L. (2020). Modelo para determinar acciones de calidad en la formación virtual. *Digital Education Review*, (37), 323-342. <https://doi.org/10.1344/der.2020.37.323-342>
- Choundhary, H. y Bansal, N. (2022). Addressing Digital Divide through Digital Literacy Training Programs: A Systematic Literature Review. *Digital Education Review*, (41), 224-248. <https://doi.org/10.1344/der.2022.41.224-248>
- Claro, M., Salinas, A., Cabello-Hutt, T., San Martín, E., Preiss, D. D., Valenzuela, S. y Jara, I. (2018). Teaching in a Digital Environment (TIDE): Defining and measuring teachers' capacity to develop students' digital information and communication skills. *Computers & Education*, 121, 162-174.
- Conde González, M. Á. (2012). Personalización del aprendizaje: Framework de servicios para la integración de aplicaciones online en los sistemas de gestión del aprendizaje. [Tesis de doctorado, Universidad de Salamanca]. <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/336/1/TesisVF-Miguel-Resumen.pdf>

- EU (2019). Key Competences for Lifelong Learning. Luxembourg. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2766/569540 NC-02-19-150-EN-N>
- INTEF (2017). Marco Común de Competencia Digital Docente – Septiembre 2017. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación de Profesorado. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, España. [https://aprende.intef.es/sites/default/files/2018-05/2017\\_1020\\_Marco-Com%C3%BAAn-de-Competencia-Digital-Docente.pdf](https://aprende.intef.es/sites/default/files/2018-05/2017_1020_Marco-Com%C3%BAAn-de-Competencia-Digital-Docente.pdf)
- JISC (2018) Building digital capabilities: The six elements defined. Building digital capability project page. <http://ji.sc/building-digicap>
- Law, N., Woo, D., de la Torre, J. y Wong, G. (2018). A Global Framework of Reference on Digital Literacy Skills for Indicator 4.4.2. Centre for Information Technology in Education (CITE), University of Hong Kong. UNESCO. <http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-en>
- Leidner, D. E., y Jarvenpaa, S. L. (1995). The use of information technology to enhance management school education: A theoretical view. *MIS Quarterly*, 19(3), 265–292. <https://doi.org/10.2307/249596>
- Martin, A. y Grudziecki, J. (2006). DigEuLit: Concepts and Tools for Digital Literacy Development. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*, 5(4), 249-267. <https://doi.org/10.11120/ital.2006.05040249>
- Martzoukou, K, Fulton, C., Kostagiolas, P. y Lavranos, C. (2020). A study of higher education students' self-perceived digital competences for learning and everyday life online participation. *Journal of Documentation*, 76(6), 1413-1458. <https://doi.org/10.1108/JD-03-2020-0041>
- McGuinness, C. y Fulton, C. (2019). Digital literacy in higher education: a case study of student engagement with e-tutorials using blended learning. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 18, 1-28. <https://doi.org/10.28945/4190>
- Mon, F. E. y Gisbert Cervera, M. (2013). Competencia digital en la educación superior: instrumentos de evaluación y nuevos entornos. *Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 10(3), 29-43. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=82329477003>
- Moodle (2022, 1 de marzo). Moodle-Open source learning platform. [www.moodle.org](http://www.moodle.org)
- Mrah, I. (2022). Digital Media Literacy In the Age of Mis/Disinformation: The Case of Moroccan University Students. *Digital Education Review*, (41), 176.194. <https://doi.org/10.1344/der.2022.41.176-194>

- Pérez Escoda, A., Lena-Acebo, F.J. y García-Ruiz, R. (2021). Digital competences for smart learning during COVID-19 in higher education students from Spain and Latin America. *Digital Education Review*, (40), 122-140. <https://doi.org/10.1344/der.2021.40.122-140>
- Pinto, M. y Leite, C. (2020). Digital technologies in support of students learning in Higher Education: literature review. *Digital Education Review*, (37), 343-361. <https://doi.org/10.1344/der.2020.37.343-360>
- Prodanova, J., San-Martín, S. y Sánchez-Beato, E. J. (2021). Quality Requirements for Continuous Use of E-learning Systems at Public vs. Private Universities in Spain. *Digital Education Review*, (40), 33-50. <https://doi.org/10.1344/der.2021.40.33-50>
- Revelo-Sánchez, O., Collazos-Ordóñez, C. A. y Jiménez-Toledo, J. A. (2018). El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura. *TecnoLógicas*, 21(41), 115-134. <https://doi.org/10.22430/22565337.731>
- Rodríguez Espinosa, H., Restrepo Betancur, L. F. y Aranzazu, D. (2014). Alfabetización informática y uso de sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) en la docencia universitaria. *Revista de la Educación Superior*, 43(171), 139-159. <https://doi.org/10.1016/j.resu.2015.03.004>
- Salas-Rueda, R.A., Castañeda-Martínez, R., Ramírez-Ortega, J. y Alvarado - Zamorano, C. (2022). Análisis sobre el uso de la tecnología en la asignatura Método Clínico durante la pandemia Covid-19 considerando la ciencia de datos. *Digital Education Review*, (41), 195-223. <https://doi.org/10.1344/der.2022.41.195-223>
- Sánchez-Macías, A. y Veytia-Bucheli, M. G. (2019). Las competencias digitales en estudiantes de doctorado. Un estudio en dos universidades mexicanas. *Revista Academia y Virtualidad*, 12(1), 7-30. <https://doi.org/10.18359/ravi.3618>
- Tiernan, P. (2021). Exploring digital literacy: How do undergraduate students evaluate digital video for inclusion in assignment work?. *Digital Education Review*, (40), 110-121. <https://doi.org/10.1344/der.2021.40.110-121>
- Torres-Flórez, D. y Pachón, Y. (2021). Las competencias digitales en los profesores universitarios de las ciencias económico administrativas. *Pensamiento Americano*, 14(28), 77-93. <https://doi.org/10.21803/penamer.14.28.447>
- UAMI (2022, 15 de febrero). Modelo Educativo de la UAM-I. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. <http://www.izt.uam.mx/index.php/modelo-academico-de-la-uam-iztapolapa/>

- Universidad Anáhuac México (2023, 5 de Marzo). ¿En qué consiste un LMS y cómo funciona?. <https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/En-que-consiste-un-LMS-y-como-funciona>
- Vuorikari, R., Kluzer, S. y Punie, Y. (2022), DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens. Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://doi.org/10.2760/115376, JRC128415>.
- Webb, A., McQuaid, R. W. y Webster, C.W.R. (2021). Moving learning online and the COVID-19 pandemic: a university response. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 18(1), 1-19. <https://doi.org/10.1108/WJSTSD-11-2020-0090>
- Yang, Z., Chang, J., Huang, L., y Mardani, A (2023). Digital transformation solutions of entrepreneurial SMEs based on an information error-driven T-spherical fuzzy cloud algorithm. *International Journal of Information Management*, (69). <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102384>



# ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DEL ALUMNADO DEL GRADO DE ECONOMÍA PARTICIPANTE EN LA EVALUACIÓN CONTINUA

---

JAVIER MATAMOROS BECERRA

*Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales  
Universidad de Extremadura*

## 1. INTRODUCCIÓN

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), iniciado con el llamado popularmente como *Plan Bolonia*, ha tenido como una de sus consecuencias más directa el empleo masivo de la evaluación continua con el fin de mejorar las metodologías docentes aplicadas hasta el momento (Caballero & Garza, 2012). Dicha evaluación continua puede ser acondicionada tomando en consideración las características específicas del alumnado y sus necesidades particulares (Sterling, 2011).

En este contexto, la *Normativa de Evaluación de las Titulaciones oficiales de Grado y Máster de la Universidad de Extremadura*, publicada el 3 de noviembre de 2020 en el número 212 del Diario Oficial de Extremadura, indica que todos los planes docentes deben contar con las modalidades de evaluación global y continua (Normativa de Evaluación de Las Titulaciones Oficiales de Grado y Máster de La Universidad de Extremadura, 2020). Siguiendo con la mencionada normativa, la evaluación global consiste en la realización exclusivamente de una prueba final que engloba todos los contenidos de la asignatura en la fecha oficial de la convocatoria ordinaria permitiendo adicionalmente una convocatoria extraordinaria. Por su parte, la evaluación continua queda constituida por diversas actividades a lo largo del cuatrimestre del curso académico. El alumnado que opte por la evaluación global deberá notificarlo expresamente en el espacio habilitado en el campus virtual de la asignatura teniendo como plazo máximo para indicar la elección el

primer cuarto del semestre. En caso de no indicar ninguna elección, se da por supuesto que la opción de evaluación continua es la deseada.

Ante la importancia dada a la evaluación continua atendiendo al marco regulatorio, examinar la eficacia de las actividades propuestas a lo largo de dicho tipo de evaluación en aras de supervisarla y mejorarla de cara a los futuros cursos académicos se convierte en una tarea sumamente necesaria y de utilidad para el profesorado. Con tal fin, se ha llevado a cabo un análisis del desempeño del Grado en Economía participante en la evaluación continua. Concretamente, se ha seleccionado la asignatura de primer curso *Introducción a la Contabilidad* por tratarse de una asignatura con un elevado número de suspensos en cursos académicos anteriores, y por ser el autor de la presente comunicación docente de dicha asignatura durante el curso académico 2022/2023.

Dicha asignatura es una materia de formación básica correspondiente al segundo semestre en el primer curso del mencionado Grado en Economía de la Universidad de Extremadura con 6 créditos *European Credit Transfer and Accumulation System*<sup>11</sup> (ECTS) cuya competencia específica a desarrollar es la capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de la economía de la empresa y la contabilidad. Entre las competencias básicas y generales que el alumnado debe desarrollar a lo largo de esta asignatura se encuentran (Universidad de Extremadura, 2023).

- La demostración de poseer y comprender conocimientos en un área de estudio partiendo de la educación secundaria general y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- La aplicación de conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias demostrables por medio de la elaboración y defensa de argumentos y resolución de problemas dentro de su área de estudio.

---

<sup>11</sup> Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos

- La capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- La posibilidad de transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- El desarrollo de aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores de un alto grado.
- La capacidad para aplicar al análisis de los problemas económicos criterios profesionales basados en el manejo de instrumentos técnicos.
- La capacidad para identificar y anticipar problemas económicos relevantes, tanto en el ámbito privado como en el público, de discutir de alternativas de resolución y de seleccionar las más adecuadas.

Por su parte, las competencias transversales desarrolladas a través de la asignatura en cuestión son:

- Capacidad de comunicación oral y escrita en lengua castellana.
- Capacidad de gestionar, analizar y sintetizar la información.
- Capacidad de trabajo en equipo
- Capacidad de aprendizaje autónomo.
- Capacidad para la toma de decisiones.
- Capacidad de organización y planificación.
- Habilidad en las relaciones personales.
- Compromiso ético en el trabajo.
- Conocimientos de informática y dominio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

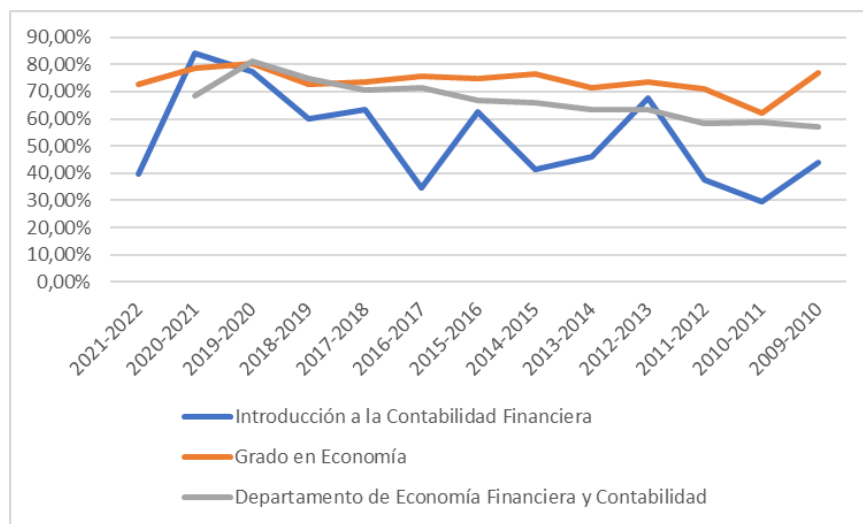
Estas competencias son desarrolladas a través de los siguientes seis temas que comprenden el temario de la asignatura:

- 1) El concepto de contabilidad: la contabilidad como sistema de información, usuarios de la información contable, clasificación

- de la contabilidad (concepto de contabilidad financiera), requisitos de la información contable externa.
- 2) Normalización contable: justificación de la normalización contable, antecedentes de la normalización contable en España y elementos principales del derecho contable español y presentación del Plan General Contable de España 2007 (estructura, elementos que conforman el marco conceptual del Plan General Contable de España 2007 y otros elementos del Plan General Contable de España 2007).
  - 3) Riqueza y patrimonio, renta y resultados: concepto de riqueza y patrimonio, componentes del patrimonio (bienes, derechos, obligaciones y patrimonio neto), masas patrimoniales (definición y criterios de reconocimiento de activo, pasivo y patrimonio neto), balance de situación (clasificación de activos, pasivo y patrimonio neto según el Plan General Contable de España 2007), inventario, concepto de renta y resultado, componentes del resultado (definición y criterios de reconocimiento de ingresos y gastos), estructura de la Cuenta de Pérdidas y Ganancias según el Plan General Contable de España 2007.
  - 4) El método contable: hechos económicos y hechos contables, necesidad de la cuenta como instrumento de representación y medida de los elementos patrimoniales, tecnicismo de las cuentas, funcionamientos de las cuentas, otras leyes de funcionamiento de las cuentas, coordinación de elementos patrimoniales que intervienen en el registro de los hechos contables (asientos), los libros de contabilidad y contabilización del Impuesto sobre el Valor Añadido.
  - 5) Criterios de registro y valoración: funcionamiento administrativo y especulativo de las cuentas, criterios de valoración inicial de existencias e inmovilizado.
  - 6) Análisis del Balance de situación y de la Cuenta de Pérdidas y Ganancias: objetivos del análisis, diferencias absolutas de masas en los estados financieros, estados financieros comparados en valores absolutos/relativos, estados financieros compuestos en valores relativos base 100, principales ratios para el análisis.

La metodología docente llevada a cabo para el cumplimiento de los resultados de aprendizaje ha sido llevar a cabo un método expositivo consistente en la presentación por parte del profesorado de los contenidos sobre la materia objeto de estudio incluyendo la resolución de problemas ejemplo por parte del mismo profesorado. Adicionalmente, se ha llevado a cabo un método basado en el planteamiento de problemas por parte del profesorado con la correspondiente resolución de éstos en el aula. El alumnado desarrolla de forma colaborativa dichos problemas e interpreta las soluciones adecuadas a partir de la aplicación de procedimientos de resolución de problemas. Así mismo, se ha llevado a cabo estudios de casos a través del análisis completo de un caso real, generando hipótesis, contrastando datos, reflexionando y completando conocimientos. Esta metodología se complementa con actividades colaborativas basadas en recursos y herramientas digitales enmarcadas en el Campus Virtual de la asignatura.

**TABLA 1.** Aprobados asignatura *Introducción a la Contabilidad Financiera*, Grado en *Economía* y Departamento de *Economía Financiera y Contabilidad*



Fuente: elaboración propia a partir de la información disponible en la Unidad Técnica de Evaluación y Calidad de la Universidad de Extremadura

Tal y como podemos comprobar por la información publicada sobre nivel de aprobados en la asignatura en cuestión, en el grado de Economía

y en el departamento de Economía Financiera y Contabilidad -al que pertenece la asignatura en cuestión- sintetizada en la TABLA 1, el porcentaje de aprobados en la asignatura ha sido siempre inferior a la media del grado con la única excepción del curso académico 2020/2021 (marcado por la pandemia COVID-19). Si pasamos a comparar el porcentaje de aprobados con la media del departamento también podemos constatar un nivel inferior salvo en el mencionado curso académico 2020/2021 y el 2012/2013 (Unidad Técnica de Evaluación y Calidad, 2023).

Las actividades de evaluación continua realizadas durante el cuatrimestre han sido las siguientes:

- 1) Redacción corta sobre contenido teórico perteneciente al tema 1 de la asignatura (actividad individual y *online*)
- 2) Cuestionario sobre los dos primeros temas de la asignatura (actividad individual y *online*)
- 3) Realización de un ejercicio práctico (actividad individual, en clase, y con la supervisión y guía del profesor)
- 4) Realización de un ejercicio práctico en parejas (en clase y con la supervisión y guía del profesor)
- 5) Simulacro de examen final (actividad individual, en clase y sin la supervisión del profesor)

En el segundo apartado de la presente comunicación se viene a presentar los objetivos marcados, así como las hipótesis de trabajos planteadas, para posteriormente describir la metodología que se ha llevado a cabo. En el cuarto apartado se describen los resultados obtenidos y, finalmente, la comunicación se cierra con las conclusiones, agradecimientos y las referencias bibliográficas empleadas a lo largo de la presente investigación.

## 2. OBJETIVO

El objetivo de la presente comunicación es analizar el desempeño del alumnado del Grado en Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Extremadura participante en la evaluación continua. Concretamente, se lleva a cabo el estudio sobre la asignatura *Introducción a la Contabilidad* cursada en el primer curso

del grado siendo ésta una asignatura considerada de formación básica y de 6 créditos ECTS.

Las hipótesis de trabajo marcadas fueron:

1. Existe una diferencia significativa en la calificación obtenida dependiendo de si se ha optado por evaluación continua o global, siendo esperable unos mejores resultados si el alumnado ha optado por evaluación continua.
2. Existe una diferencia significativa en la calificación obtenida dependiendo de la evaluación elegida eliminado al alumnado repeticidor formante de la evaluación global, siendo esperable unos mejores resultados si el alumnado ha optado por evaluación continua.
3. Existen diferencias significativas en la calificación obtenida por parte del alumnado de evaluación continua a tenor de las puntuaciones obtenidas durante las actividades propuestas a lo largo del cuatrimestre, siendo esperable que las mejores calificaciones a lo largo de las actividades que han comprendido la evaluación continua generen un mejor desempeño en la asignatura.

### 3. METODOLOGÍA

Para cumplir con el objetivo marcado llevamos a cabo el estudio sobre el alumnado descrito perteneciente a la asignatura Introducción a la Contabilidad, perteneciente al primer curso en el grado de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Extremadura con un total de 62 alumnos matriculados.

Sólo 2 alumnos indican expresamente su deseo en participar en evaluación global. No obstante, siguiendo el Plan Docente de la asignatura, se ha considerado como perteneciente a la evaluación continua de la asignatura a todo aquel estudiante que haya realizado y entregado al menos el 70% de las actividades propuestas. Con ello, el alumnado perteneciente a la evaluación continua queda nutrido sólo por 41 componentes.

Operativizamos el desempeño de la asignatura como la calificación obtenida en el examen de la asignatura. Dicho examen es tipo test con 15

preguntas teórico-prácticas con una sola respuesta correcta. Las respuestas correctas se valoran con 0,67 puntos, las preguntas incorrectas se valoran con -0,22 puntos y las preguntas no respondidas no penalizan.

Por las características de las submuestras, se realiza el test paramétrico *T de Student* para muestras independientes y el test no paramétrico *U de Mann-Whitney* para contrastar, respectivamente, la  $H_1$  y  $H_2$  (Cubo Delgado et al., 2011; Wilcoxon, 1945).

En el caso de la primera hipótesis aplicamos el test paramétrico *T de Student* para muestras independientes porque, como se indica en la TABLA 2, podemos comprobar que se cumple que ambas submuestras tienen una distribución normal tras llevar a cabo el test de *Shapiro-Wilk* al estar compuesta una de las dos muestras por menos de 50 datos. Así mismo, siguiendo con la TABLA 2, comprobamos que se cumple con el requisito de homocedasticidad.

**TABLA 2.** Prueba de normalidad y homocedasticidad de la primera hipótesis de trabajo

	Shapiro-Wilk			Prueba de Levene	
	Estadístico	gl	Sig.	F	Sig.
Evaluación continua	0,981	41	0,709	0,023	0,879
Evaluación global	0,917	13	0,230		

Fuente: elaboración propia

En el caso de la segunda hipótesis, debido al pequeño volumen de la submuestra evaluación global, no podemos llevar a cabo el test de normalidad para este grupo. Por lo tanto, consideramos que hemos de realizar un test no paramétrico *U de Mann-Whitney* para contrastar la segunda hipótesis del trabajo.



**TABLA 3.** Prueba de normalidad y homocedasticidad de la tercera hipótesis de trabajo

	Shapiro-Wilk			Prueba de Levene	
	Estadístico	gl	Sig.	F	Sig.
Primer cuartil	0,923	11	0,342	0,429	0,734
Segundo cuartil	0,969	10	0,883		
Tercer cuartil	0,902	9	0,264		
Cuarto cuartil	0,940	11	0,518		

Fuente: elaboración propia

En el caso de la tercera hipótesis, dividimos el alumnado de evaluación continua en cuatro cuartiles atendiendo a las calificaciones obtenidas en las 5 actividades propuestas durante la evaluación continua y comprobamos en primer lugar si existe normalidad en cada una de las submuestras aplicando el test de *Kolmogorov-Smirnov* si el tamaño de las muestras es mayor a 50 datos o el test *Shapiro-Wilk* si el tamaño es menor a 50 para poder llevar a cabo un test paramétrico ANOVA (Rubio Hurtado & Berlanga Silvestre, 2012). Al tratarse de submuestras con un tamaño menor a 50, nos decidimos por utilizar el test de *Shapiro-Wilk*. En la TABLA 3, podemos comprobar el cumplimiento de la distribución normal en cada una de las submuestras y la condición de homocedasticidad para poder llevar a cabo la prueba ANOVA de un factor.

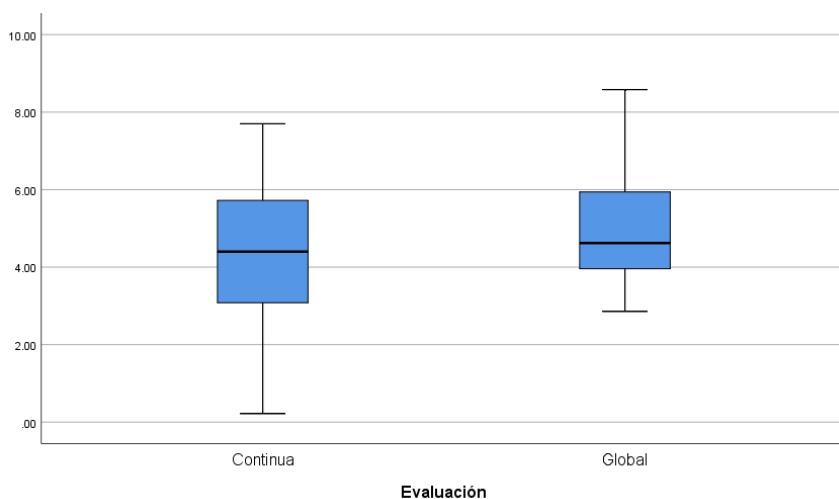
Para llevar a cabo cada uno de los contrastes, se ha utilizado el programa estadístico *Statistical Package for the Social Sciences* al permitir un análisis efectivo de datos con una relativa facilidad (Nie et al., 1970).

#### 4. RESULTADOS

Al examen de la asignatura acuden 54 alumnos del total de 62 matriculados. Los 8 alumnos no presentados no habían participado en la evaluación continua ya sea por elección expresa (2) o, de facto, por no haber llevado a cabo las actividades propuestas. De hecho, los seis alumnos que de facto no participan en la evaluación continua no habían llegado a realizar ninguna de las actividades propuestas.

Pasando a analizar las calificaciones obtenidas por el alumnado que ha optado por evaluación continua o global (ya sea por designación activa, o por no cumplir con el 70% mínimo de actividad propuestas) comprobamos en la FIGURA 1 el *a priori* desalentador resultado de que el alumnado de evaluación global consigue unas calificaciones ligeramente superiores que el alumnado de evaluación global.

**FIGURA 1.** Calificación del alumnado atendiendo a la evaluación seleccionada



Fuente: elaboración propia

Sin embargo, en virtud de la TABLA 4, apreciamos que la diferencia en la nota cosechada por el alumnado no es estadísticamente significativa atendiendo al tipo de evaluación que haya llevado a cabo tomando como referencia  $\alpha=0,05$ . Por lo tanto, nos encontramos capacitados para afirmar que se rechaza la hipótesis primera de trabajo y decir que no existe diferencias en las calificaciones obtenidas por el alumnado a tenor del tipo de evaluación que haya cursado a lo largo de la asignatura no cumpliéndose que ni el alumnado de evaluación continua ni el que ha optado por la evaluación (por elección o *de facto*) consigue un mejor desempeño en la asignatura.

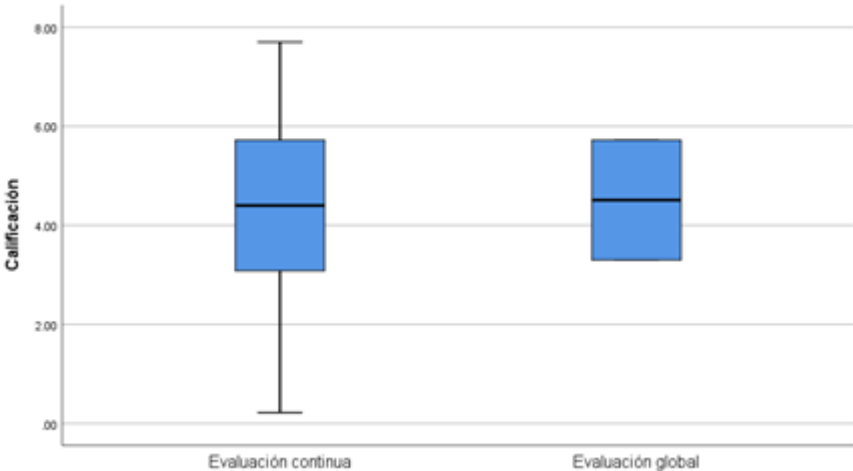
**TABLA 4.** Test t-Student: resumen de resultados

	Evaluación global	Evaluación continua	t	Sig. (bilateral)
	M (DE)	M (DE)		
Examen	4,9415 (1,7683)	4,2873 (1,8259)	-1,132	0,263

Fuente: elaboración propia

En el caso de la segunda hipótesis de trabajo, una vez eliminado a los repetidores de la submuestra que forman parte de la evaluación global (ya sea por evaluación expresa, o *de facto* por no haber realizado el 70% de las actividades mínimas solicitadas) comprobamos en la FIGURA 2 que la nota media cosechada por el alumnado de evaluación continua es similar a la del alumnado de evaluación global. Tras llevar a cabo el correspondiente test no paramétrico U de *Mann-Whitney*, apreciamos en la TABLA 5 que efectivamente no existen diferencias significativas entre las submuestras tomando como referencia una  $\alpha=0,05$ . Consecuentemente, podemos afirmar que no existen diferencias significativas en el desempeño de la asignatura dependiendo de la modalidad de evaluación.

**FIGURA 2.** Calificación del alumnado atendiendo a la evaluación seleccionada descontando el alumnado repetidor en evaluación global



Fuente: elaboración propia

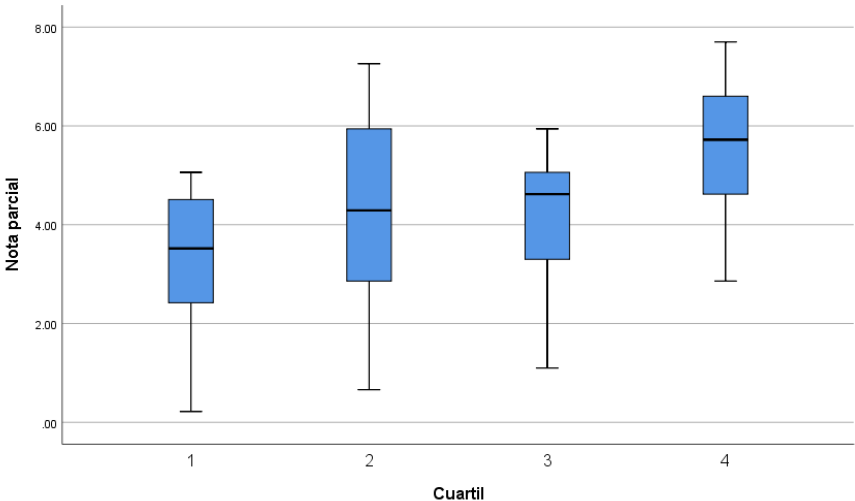
**TABLA 5.** Test U de Mann-Whitney: resumen de resultados

	Evaluación global	Evaluación continua	Sig. (bilateral)
	M (DE)	M (DE)	
Examen	4,5100 (1,2100)	4,2873 (1,8259)	0,930

Fuente: elaboración propia

Para poder contrastar la tercera, y última, de las hipótesis de trabajo marcadas, hemos dividido al alumnado perteneciente a la evaluación continua en cuatro cuartiles atendiendo a las puntuaciones conseguidas en las cinco pruebas correspondientes a la evaluación continua, y descritas en el apartado introductorio. El cuarto cuartil recoge las notas más altas, el primer cuartil las calificaciones más bajas durante las actividades pertenecientes a la evaluación continua. Como podemos observar en la FIGURA 3; la nota media en la prueba final de la asignatura perteneciente al cuarto cuartil es superior a la conseguida por el tercer cuartil, éste superior al segundo cuartil y el primer cuartil es el que consigue un desempeño menor en la asignatura.

**FIGURA 3.** Calificación obtenida por el alumnado atendiendo a las notas obtenidas durante la evaluación continua



Paralelamente, es palpable en la mencionada FIGURA 3 que las notas pertenecientes al segundo cuartil son las que cuentan con una mayor desviación típica.

Tras comprobar las características de las cuatro muestras, realizamos la prueba paramétrica ANOVA de un factor y observamos en la TABLA 6 que existen diferencias significativas tomando  $\alpha=0,05$  en el resultado de la prueba final de la asignatura según las puntuaciones obtenidas a largo de la evaluación continua.

**TABLA 6.** Test de ANOVA: resumen de resultados

	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F
Entre Grupos	26,763	3	8,921	3.081 *
Dentro de grupos	107,123	37	2,895	
Total	133,886	40		

\*  $p < 0,05$

Una vez que hemos tenemos constancia de la existencia de diferencias significativas en la nota media conseguida por cada cuartil en la prueba final de la asignatura, la FIGURA 3 ya nos aportaría suficiente información como para estar en disposición de aceptar la tercera hipótesis de trabajo. Al observar, en términos descriptivos, que el desempeño en la asignatura es mayor atendiendo al cuartil en el que se encuentre el alumnado fruto de las actividades de evaluación continua y que existen diferencias estadísticamente significativas con un  $\alpha=0,05$ , podemos afirmar que el alumnado de evaluación continua con unas mayores calificaciones a lo largo de las actividades propuestas durante la evaluación continua logra un mayor desempeño en la asignatura.

En la TABLA 7 se representan las comparaciones múltiples *post hoc* siguiendo el método de Scheffé para indicar los valores significativamente diferentes (con una  $\alpha=0,05$ ) en la comparación entre pares. Queda marcado con un asterisco la combinación en la exista tal diferencia estadísticamente significativa. Tal y como podemos observar en la

mencionada TABLA 7, sólo existe diferencia significativa entre el cuarto cuartil y el primer cuartil (y, lógicamente, entre el primer y el cuarto cuartil). Recordemos que el primer cuartil está compuesto por las peores calificaciones obtenidas durante las cinco actividades propuestas en la evaluación continua, y el cuarto cuartil lo componen las mejores.

**TABLA 7.** Comparaciones múltiples post hoc a través de Scheffe

Cuartil	Cuartil	Diferencia de medias (Desviación)
1	2	-0.9060 (0.0743)
	3	-0,6689 (0,7648)
	4	-2,1600 * (0,7255)
2	1	0,9060 (0,7434)
	3	0,2371 (0,7418)
	4	-1,2540 (0,7434)
3	1	0,6689 (0,7648)
	2	0,2371 (0,7818)
	4	-1,4911 (0,7648)
4	1	2,1600 * (0,7255)
	2	1,2540 (0,7435)
	3	1,4911 (0,7648)

\*  $p < 0,05$

Dada esta información, podemos complementar la aceptación de la tercera de la hipótesis del trabajo afirmando que haber conseguido una de las mejores calificaciones durante las pruebas correspondientes a la

evaluación continua es determinante para conseguir un mejor desempeño en la asignatura en comparación con el alumnado con las calificaciones inferiores entre el alumnado de evaluación continua.

## 5. CONCLUSIONES

En vistas a la importancia aportada a la evaluación continua tras el -llamado popularmente- *Plan Bolonia*, resulta de gran relevancia analizar el desempeño del alumnado que cursa esta modalidad de evaluación en aras a poder valorar su efectividad para su mejora y adaptación constante.

Se ha optado por llevar a cabo el análisis en la asignatura *Introducción a la Contabilidad*, siendo una asignatura de formación básica que forma parte del segundo cuatrimestre del primer curso del Grado en Economía de la Universidad de Extremadura con una carga de 6 créditos ECTS. Analizando el histórico de la asignatura, se aprecia que el porcentaje de aprobados es menor -bastante menor en algunos cursos académicos- que en la media del grado en Economía, y que la media de aprobados en el departamento de Economía Financiera y Contabilidad en la que se inserta la asignatura en cuestión. La única excepción fue el curso académico 2020-2021, marcado de lleno por la pandemia COVID 19. No en vano, los resultados del curso académico 2022/2023 están en la línea histórica de la asignatura con una nota media en la prueba final inferior al 5 tanto en el caso del alumnado de evaluación global como continua.

Para cumplir con los objetivos marcados en la presente investigación se han llevado a cabo las pruebas estadísticas correspondientes una vez analizada las características de cada submuestra. Tras observar a nivel descriptivo el desalentador resultado de que la calificación en la prueba final alcanzada por el alumnado de evaluación global es sutilmente superior a la conseguida por el alumnado de evaluación continua, constatamos que tal diferencia no es estadísticamente significativa. Eliminando el alumnado repetidor de la evaluación global -con el fin de no incluir el alumnado que no desee participar en la asignatura de forma continua por haber ya cursado la asignatura en anteriores cursos académicos- se obtiene idéntico resultado.

Pasando al análisis central del presente estudio en el que se trata de cuestionar el desempeño del alumnado participante en la evaluación continua, constatamos que existen diferencias significativas en el rendimiento de tal alumnado atendiendo a las calificaciones cosechadas a través de las actividades pertenecientes a la evaluación continua, pero únicamente entre el alumnado con mejores y el alumnado con las peores calificaciones en las mencionadas actividades.

Con todo ello, podemos concluir diciendo que la participación del alumnado en evaluación continua no es determinante para aprobar la asignatura. Conclusión que se complementa con el hecho de que para conseguir una de las mejores calificaciones en la asignatura sí que es determinante la actividad diaria a través de la evaluación continua.

De forma adicional a los resultados y a la conclusión expuestos en la presente comunicación, mencionar que a lo largo del cuatrimestre únicamente se han recibido dos tutorías personalizadas al alumnado de la asignatura. Las tutorías del profesorado son de 6/5 horas semanales en el caso del profesorado de la Universidad de Extremadura -dependiendo de si el profesor en cuestión cuenta con un contrato a tiempo completo o parcial- y los horarios son públicos tanto en la página web del profesorado como físicamente en la puerta del despacho de cada profesor. De cara a futuros cursos académicos resulta especialmente imperante resaltar la existencia de este servicio individualizado al que alumnado tiene el derecho de beneficiarse y que el profesorado está obligado a ofrecer, y de que cada crédito ECTS equivale a 25 horas de trabajo. 10 de ellas forman parte de la asistencia a clase y las 15 horas restantes son parte del trabajo individualizado y de refuerzo que debe realizar el alumnado. Recalcar este hecho es especialmente necesario en el caso de esta asignatura, al tratarse de una perteneciente al primer curso de grado.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Valga el presente breve apartado como un agradecimiento al alumnado de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Extremadura que incentiva, motiva y valora el esfuerzo del profesorado en aras de una mejora continua de la enseñanza con el fin



último de construir una sociedad presente y futura mejor formada, humana y proactiva.

## 7. REFERENCIAS

- Caballero, G., & Garza, M. D. (2012). Innovando la docencia superior en Economía: trabajo cooperativo y elaboración participativa de contenidos. *Revista de Docencia Universitaria*, 10(2), 319–327.
- Cubo Delgado, S., Martín Marín, B., & Ramos Sánchez, J. L. (2011). Métodos de investigación y análisis de datos en ciencias sociales y de la salud. Pirámide.
- Nie, N., Bent, D. H., & Hull, C. H. (1970). *SPSS: Statistical package for the social sciences*. McGraw-Hill.
- Normativa de Evaluación de las Titulaciones oficiales de Grado y Máster de la Universidad de Extremadura. (2020). Recupearado de: [https://www.unex.es/conoce-la-unex/centros/cum/DOE\\_NormativaEvaluacin.pdf](https://www.unex.es/conoce-la-unex/centros/cum/DOE_NormativaEvaluacin.pdf).
- Rubio Hurtado, M. J., & Berlanga Silvestre, V. (2012). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t y ANOVA en SPSS. *REIRE, Revista d’Innovació i Recerca En Educació*, 5(2), 83–100.
- Sterling, S. (2011). Towards Anticipate Education - Learning by Design. In Stephen Harling (Ed.), *Ideas for a Sustainable World from Schumacher College*. Floris Book.
- Unidad Técnica de Evaluación y Calidad. (2023, May 9). Observatorio de Indicadores de la UEx. <https://www.unex.es/organizacion/servicios-universitarios/unidades/utec/funciones/estadisticas-e-indicadores-universitarios>
- Universidad de Extremadura. (2023, May 23). Plan Docente Introducción a la Contabilidad. <https://www.unex.es/conoce-la-unex/centros/eco/titulaciones/info/assignaturas?id=1114>
- Wilcoxon, F. (1945). Individual comparisons by ranking methods. *Biometric Bulletin*, 1(6), 80–83

## KAHOOT! COMO METODOLOGÍA ACTIVA EN LA DOCENCIA: UN ESTUDIO DE CASO

---

RICARDO CURTO RODRÍGUEZ  
*Universidad de Oviedo*

### 1. INTRODUCCIÓN

La educación del siglo XXI debe favorecer el empleo de metodologías activas de enseñanza y colocar al alumno en el centro del proceso enseñanza-aprendizaje. Para ello, un buen docente debe estar al tanto de las principales innovaciones educativas y de las últimas tecnologías al respecto.

En este sentido, los profesores de la asignatura Investigación Comercial de la Universidad de Oviedo somos conscientes de la necesidad de un cambio y estamos procediendo a actualizar las metodologías aplicadas en nuestras clases.

Este trabajo muestra el inicio de este proceso de transformación que empieza por una de sus actividades con una menor carga horaria, las tutorías grupales, donde se empleará la aplicación informática Kahoot! para la resolución de unos cuestionarios compuestos por veinte preguntas tipo test extraídas de exámenes de convocatorias anteriores.

Esperamos que tras la implementación de esta actividad en el curso 2023/2024 los resultados, en cuanto a la asistencia, participación y motivación de nuestro alumnado sean positivos y que dicha actividad se convierta en el germen de en una profunda revisión de nuestras clases que plasmaremos en un plan de innovación docente que permita un aprendizaje más significativo por parte de nuestros alumnos.

Tras esta breve introducción el trabajo se estructura como sigue: a continuación se realiza una reflexión tanto de las metodologías de gamificación como de la aplicación Kahoot!, para continuar presentado la

estructura y contenido de la asignatura Investigación comercial. Posteriormente se explica que son las tutorías grupales y la propuesta innovadora que planteamos, incorporando el apartado de medición de resultados y las principales conclusiones alcanzadas. El trabajo finaliza con el apartado de las referencias bibliográficas empleadas en la elaboración de este manuscrito.

## 2. METODOLOGÍAS INNOVADORAS: GAMIFICACIÓN Y KAHOOT!

Como señala Aguerro (1999), el conocimiento debe dejar de ser un saber adquirido por el alumno de forma contemplativa. La justificación es clara, si simplemente se centran los esfuerzos en el rol docente, siendo el alumno un mero receptor de conceptos, se están soslayando muchas de las virtudes de un proceso de enseñanza centrado en el alumno, sus aptitudes, necesidades y sus diferencias en cuanto a su proceso de aprendizaje.

Por ello, las instituciones educativas han experimentado durante los últimos años (y siguen haciéndolo), un proceso de transformación profunda donde el profesorado ha dejado de ser la única fuente de conocimiento pasando a aplicar unas técnicas que consideran como evidentes la necesidad de una mayor implicación y participación por parte del alumnado. De esta forma el aprendizaje adopta a un esquema donde el aprendizaje es el resultado de la construcción que el alumno realiza de forma activa.

Si se consigue involucrar al alumnado, será más fácil conseguir un aprendizaje significativo y un desarrollo integral a nivel personal. Se debe responder, por tanto, a las actuales necesidades educativas mediante metodologías de corte activo que son fundamentales para potenciar la motivación.

No debemos olvidarnos en ese proceso de unas herramientas que están a nuestra disposición, las TIC. Es necesario, a tal efecto, como indica Pernías Peco (2017), la existencia de una adecuada coordinación de los instrumentos TIC de manera que se fomente el razonamiento básico, el empleo de la lógica y el aprendizaje de manera constante por parte del alumnado. No cabe duda que nuestros alumnos son nativos digitales y

que no conciben su vida sin la tecnología en general y de internet en particular.

Por su parte, Cabrero (2007), en su obra “Nuevas tecnologías aplicadas a la educación” hace referencia a la revolución tecnológica postindustrial de la información y del conocimiento y su repercusión en la educación de las personas. Es obvio que la característica principal de una clase del siglo XXI debe ser el estímulo del deseo de aprender, y la generación del placer del aprendizaje. Por ello, y siendo evidente que las sociedades evolucionan de manera constante, debemos implementar las nuevas didácticas alternativas e innovadoras (apartándonos de las ya desgastadas metodologías pasivas) para atender las demandas de una educación adaptada y centrada a la nueva realidad existente.

No obstante la introducción de la tecnología en el aula no significa directamente que los aprendizajes vayan a mejorar. Se requiere un cambio más profundo que abarque transformaciones sustanciales en cuanto al empleo de esa tecnología y en cuanto a la formación e implicación de los docentes.

Muchos de estos docentes piensan ya que lo ideal es que sus alumnos aprendan divirtiéndose. Ese es uno de los postulados de la gamificación, práctica consistente en el empleo de juegos en ámbitos no lúdicos con el objetivo del desarrollo de conocimientos, habilidades, o aspectos tales como la cooperación (y por qué no, la competencia) entre el alumnado. El juego genera motivación intrínseca que se traduce en un mayor nivel de satisfacción respecto a lo que se está haciendo, lo que favorece que se aprenda como mayor rapidez y eficiencia.

Creemos que las técnicas de gamificación mejoran el desarrollo cognitivo e incrementan la concentración, factor clave para un aprendizaje más profundo. Igualmente, el hecho de participar en una experiencia gratificante, ayuda a consolidar los contenidos con mayor facilidad. No es de extrañar por tanto que la incorporación de la gamificación al ámbito de la enseñanza sea ya una realidad que se demuestra por el aumento de las aplicaciones educativas, siendo España uno de los países con un mayor crecimiento en su utilización.

Así pues, educadores de todo el mundo están implementando en sus clases herramientas digitales, siendo Kahoot! una de las más conocidas. Y es que Kahoot! es una de las plataformas de aprendizaje más populares que utiliza el juego para contrastar los conocimientos adquiridos por el alumnado.

Como se indica en su propia página web, más de 1.000.000 de jugadores utilizan Kahoot! todos los años. Otros datos interesantes mostrados en la web corporativa son que más del 50 % de los maestros de EE.UU. usan Kahoot!, que hay jugadores en más de 200 países, que el 97 % de las empresas de la lista Fortune 500 usan Kahoot! y que existen más de 50 millones de juegos públicos disponibles.

Existen algunas investigaciones referentes al empleo de Kahoot! en nuestro país. Pintor Díaz, por ejemplo lo aplica a la asignatura “Educación y Desarrollo Psicomotor” del Grado de Maestro en Educación Infantil, obteniendo como resultado una gran satisfacción del alumnado debido al proceso de aprendizaje más motivador, que contribuyó a generar aprendizajes significativos y que mejoraron la relación entre la parte teórica con la parte práctica de la asignatura (Pintor Díaz, 2017).

Otro estudio es el de Rodríguez-Fernández (2017). La investigación también se refiere al nivel universitario analizando, durante el curso académico 2015-2016, el impacto en dos asignaturas análogas del Grado en Publicidad y Relaciones Públicas en la Universidad Antonio Nebrija. Las conclusiones de la encuesta final cumplimentada por el alumnado muestran que Kahoot! es altamente valorado (Rodríguez-Fernández, 2017).

Si bien es cierto que la literatura que centra el empleo de Kahoot! a materias afines al marketing es limitada, Rodríguez Cornejo et al. (2020) analizan el incremento del rendimiento en el alumnado del Grado en Marketing e Investigación de Mercados utilizando Kahoot! Especialmente relevante, dada su afinidad con nuestra área de conocimiento, es el estudio realizado por Sancho-Esper et al. (2019). En su investigación los autores proponen el uso de Kahoot!, como complemento a otras técnicas más tradicionales para asignaturas del área del Marketing y la Gestión Empresarial. El trabajo, si bien recoge información de 5 asignaturas obligatorias impartidas en 7 grados diferentes en 2 países, se centra en

la materia “Investigación Comercial”, obteniendo que a nivel global los alumnos han mostrado una adecuada participación e interés y que los beneficios superan con creces los inconvenientes. Asimismo, concluyen la existencia de una relación directa entre la satisfacción con la herramienta y los resultados alcanzados durante el curso.

Ya lejos de nuestro país, se pueden localizar otras investigaciones como la de Rojas Viteri, et al. (2021). El estudio está motivado en la necesidad de generar en el alumnado el deseo de aprender de manera divertida. La metodología empleada fueron unos cuestionarios cumplimentados por los alumnos de Pedagogía que permitieron concluir una mayor predilección por el uso de Kahoot!, demostrando que es una herramienta motivadora y relevante dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje que tiene efectos positivos en cuanto a la asistencia a clase y a la participación activa.

Para finalizar esta breve revisión de la literatura, debemos mencionar un artículo que presenta los resultados de una revisión sistemática sobre el efecto del uso de Kahoot! para el aprendizaje, su impacto en el rendimiento o en la dinámica del aula. Nos referimos a la investigación de Wang y Tahir (2020), quienes analizan 93 estudios, concluyendo que Kahoot! puede tener un efecto positivo (aunque algunos de los casos no muestran evidencias claras) y a pesar de que algunos maestros encuentran complicado el manejo de esa tecnología.

Pero, por más que el aprendizaje del uso de la plataforma pueda limitar su implementación en el aula, los docentes de Investigación Comercial, estamos convencidos de la conveniencia de utilizar Kahoot! en las tutorías grupales de la asignatura, que pasamos a presentar en el apartado siguiente.

### 3. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA INVESTIGACIÓN COMERCIAL Y OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

La asignatura seleccionada para realizar la innovación educativa comentada es la de Investigación Comercial (código GCOMAR01-2-009), asignatura de carácter obligatorio dentro del Grado de Comercio y Marketing que se imparte en la Facultad de Comercio, Turismo y Ciencias

Sociales “Jovellanos” de Gijón, perteneciente a la Universidad de Oviedo.

Con una duración semestral y una carga docente de 6 créditos ECTS pretende enseñar las principales fuentes y técnicas de análisis de la información de la empresa con el cometido de generar un valor diferencial en las propuestas que se presentan al mercado.

Dentro del total de competencias generales susceptibles de desarrollar, la asignatura atiende a las siguientes: (CG1): Capacidad de análisis y de síntesis, (CG2): Capacidad de comunicación fluida oral y escrita en lengua nativa, (CG3): Capacidad de aprendizaje, (CG5): Capacidad para trabajar y aprender de forma autónoma, (CG6): Capacidad para trabajar en equipo, (CG7): Apertura hacia el aprendizaje a lo largo de toda la vida, (CG8): Resolución de problemas, (CG9): Toma de decisiones, (CG12): Habilidades en las relaciones interpersonales, (CG14): Razonamiento crítico, (CG16): Adaptación a las nuevas situaciones y (CG20): Iniciativa y espíritu emprendedor.

En cuanto a las competencias específicas a estimular, destacamos las siguientes, (CE2): Conocer las principales herramientas cuantitativas aplicables a las ciencias sociales, (CE8): Conocer y utilizar los conceptos matemáticos y estadísticos para formalizar y analizar situaciones económicas, (CE9): Comprender la relación e interacción existente entre el departamento comercial y el resto de departamentos de la empresa, (CE11): Desarrollar la capacidad para la toma de decisiones económico-financieras, (CE14): Conocer la naturaleza, concepto y objetivos de la Investigación Comercial, (CE21): Comprender el comportamiento del consumidor y las variables que condicionan su decisión de compra, (CE24): Ser capaz de identificar y evaluar oportunidades de negocio, (CE35): Analizar y utilizar las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el ámbito de las relaciones comerciales y (CE36): Desarrollar el espíritu emprendedor y la creación de empresas comerciales.

Estas competencias tienen el cometido de promover unos resultados de aprendizaje que se esperan sean alcanzados por los estudiantes en la asignatura. Algunos de estos resultados de aprendizaje son de carácter más genérico como: Comprender el papel de la Investigación Comercial

dentro de la estrategia comercial de la empresa (RA3.8), Comprender y utilizar los distintos métodos cualitativos y cuantitativos de investigación de mercados (RA3.9), Conocer las nociones básicas de muestreo y saber aplicarlas en un plan de marketing (RA3.52:), Diseñar un informe de investigación de mercados (RA3.11) y Conocer el papel de la Estadística en la investigación comercial (RA3.50).

Por el contrario, otros resultados de aprendizaje son más específicos como: Aplicar los diferentes métodos de análisis de información tanto univariantes, como bivariantes y multivariantes) para toma de decisiones comerciales (RA3.10), Entender los problemas que aparecen al hacer estimaciones en el ámbito del comercio (RA3.51), Hacer estimaciones de parámetros en sus distintas variantes (RA3.53), Determinar los errores técnicos y el tamaño de la muestra en una encuesta básica (RA3.54), Tener destreza en el manejo de programas informáticos avanzados de tabulación de datos (RA3.55), Analizar e interpretar los resultados estadísticos obtenidos en una tabulación (RA3.56) y Hacer crítica a las informaciones de tipo estadístico procedentes de cualquier fuente (RA3.57).

La asignatura se estructura en seis temas que van desde los iniciales, de marcado contenido teórico, hasta los finales donde se presentan las técnicas estadísticas (y los valores a alcanzar) para que los resultados alcanzados gocen de significatividad matemática.

El primer tema se ocupa de la importancia de la información en las decisiones de marketing, definiendo datos, información y conocimiento, analizando el sistema de información de marketing, la inteligencia de marketing, y los paneles de información como fuentes de información. A continuación se presentan, en el tema segundo, los fundamentos y metodología de la investigación de mercados, al que le sigue, en el tercer tema, la investigación exploratoria y cualitativa. El cuarto tema se ocupa de la investigación descriptiva y causal (la encuesta y la experimentación), mientras que en el quinto se comentan los principales métodos de recogida y análisis de la información para la toma de decisiones. El sexto y último tema: diseño y presentación de informes de investigación, se realiza por el alumnado de forma práctica elaborando y exponiendo una



investigación real que ha sido tutelada a lo largo de las clases denominadas prácticas de aula

El hecho de que la metodología utilizada en la asignatura sea variada permite mejorar la motivación del alumnado y alcanzar de manera efectiva las competencias señaladas así como los resultados de aprendizaje indicados. La asignatura tiene una serie de clases expositivas (unas veinticuatro horas) donde se exponen las ideas clave, acompañadas con unas prácticas de aula (catorce horas) que permiten afianzar y desarrollar de manera práctica los conceptos desarrollados en las clases expositivas así como tutorizar el proyecto de investigación. También se dedican siete horas a las prácticas de laboratorio que se desarrollan en el aula de informática utilizando el programa SPSS, así como dos sesiones de una hora de duración de tutorías grupales que se ocupan de realizar simulacros con preguntas tipo test de exámenes anteriores que permiten repasar los contenidos expuestos y cuantificar el nivel de conocimiento alcanzados por los alumnos (así como identificar errores en las respuestas que permitirá reforzar dichos conceptos).

Son en esas tutorías grupales donde se pretende introducir una propuesta novedosa que permita mejorar el aprovechamiento de la actividad. Es importante señalar que la materia ha venido siendo impartida por los mismos profesores durante los últimos años, lo que va a facilitar la coordinación y puesta en marcha de la iniciativa que se presenta en el siguiente apartado.

#### 4. TUTORIAS GRUPALES, METODOLOGÍA ACTUAL Y PROPUESTA FUTURA.

La asignatura tiene dos grupos (A y B). Las clases teóricas se imparten para cada uno de los grupos al completo, mientras que en las prácticas de aula dividen al grupo en mitades. Tanto las prácticas de laboratorio, como las tutorías grupales fragmentan al grupo en cuatro cuartos lo que permite una atención más pormenorizada.

Es interesante señalar que las tutorías grupales, a pesar de no tener ninguna recompensa directa en cuanto a la evaluación continua, presenta una asistencia adecuada. Creemos que su contenido es de interés y el

hecho de ver un modelo de examen en cuanto a estructura y aproximación de la dificultad requerida de las preguntas compensa el esfuerzo. Cada sesión de las tutorías grupales se encarga de una parte del temario. En concreto, la sesión primera de las tutorías grupales se ocupa de los temas uno a tres mientras que en la segunda de los temas cuatro y cinco.

Como se ha comentado anteriormente los primeros temas son más teóricos y no requieren de conocimientos estadísticos mientras que los últimos requieren de la asimilación de dichos conceptos, su aplicación y el cálculo. Para ilustrar lo comentado se ofrece una pregunta planteada relativa al tema número uno de la asignatura:

**¿Cuál de las siguientes recomendaciones sobre las técnicas cualitativas es cierta?**

- a) No se recomienda grabar las opiniones en las dinámicas de grupo o entrevistas en profundidad para facilitar el correcto desarrollo de las mismas.
- b) En el método Delphi se necesitan muestras estadísticamente representativas al trabajar con expertos.
- c) Es recomendable tener un guión semiestructurado para el desarrollo adecuado de la entrevista en profundidad.
- d) En el brainstorming es importante la crítica en la fase inicial para evitar el planteamiento de ideas que sean absurdas.

A continuación, se acompaña una pregunta del tema cinco que requiere la comprensión de una salida del programa estadístico SPSS respecto a una prueba Chi-Cuadrado de Pearson:

Uno de los objetivos de una investigación de mercados ha consistido en estimar la relación entre comprar o no una marca de leche y número de miembros del hogar (más de tres/menos de tres). Parte de los resultados obtenidos se resumen a continuación: Valor Chi-Cuadrado de Pearson, 2,86; grados de libertad, 1; significatividad asintótica bilateral, 0,09. Teniendo en cuenta esta información podría afirmarse que:

- a) La compra de la marca de leche está relacionada con el número de miembros del hogar.
- b) La compra de la marca de leche no está relacionada con el número de miembros del hogar.
- c) El número medio de litros de leche consumidos depende del tamaño del hogar.

d) El número medio de litros de leche consumidos no depende del tamaño del hogar.

La forma de trabajar las tutorías grupales es la siguiente: en cada una de las sesiones se proyectan veinte preguntas tipo test, se deja un tiempo para la respuesta de cada una de las preguntas, se solicita dicha respuesta al alumnado y posteriormente se realiza la resolución y un breve debate aclaratorio de las dudas que hayan surgido.

Es relevante indicar que cuando se celebran las tutorías grupales ya han pasado varias sesiones del curso y la cercanía y confianza con el docente se ha visto consolidada, pero no obstante, cuesta que los alumnos participen. Por mucho que se les invite a intervenir, y se corrija de forma asertiva los errores en las respuestas, creemos que mantienen algo de miedo al ridículo por lo que adoptan una actitud tendente a la pasividad.

Para solucionar este aspecto, y conseguir otras muchas ventajas inherentes a la realización de la actividad de forma estimulativa, nos hemos planteado utilizar la gamificación y en concreto la herramienta Kahoot! que además nos va a permitir poder recabar de forma sencilla resultados de aciertos y fallos por pregunta.

Dado que la duración de la tutoría grupal es de 50 minutos, hemos asignado un minuto para la respuesta de cada una de las 20 preguntas de forma que nos quedarían, aproximadamente, unos 20 minutos para la resolución de dudas y el posterior debate. La figura 1 muestra cómo queda planteada la pregunta tipo test del tema número uno, mientras que la figura 2 lo hace con una del tema número cinco de la asignatura.

FIGURA 1. Pregunta tipo test tema 1 en plataforma Kahoot!

1.¿Cuál de las siguientes recomendaciones sobre las técnicas cualitativas es cierta?

LOS TIPOS DE INVESTIGACIÓN CUALI MÁS UTILIZADOS SON:

- 1. Métodos de entrevistas
- 2. Observación participante
- 3. Método de casos
- 4. Investigación etnográfica
- 5. Análisis de contenido

a) No se recomienda grabar las opiniones en las dinámicas de grupo o entrevistas en profundidad -20

b) En el método Delphi se necesitan muestras estadísticamente representativas -2

c) Es recomendable tener un guión semiestructurado para la entrevista en profundidad -9

d) En el brainstorming es importante la crítica en la fase inicial para evitar el planteamiento -20

Fuente: elaboración propia.

FIGURA 2. Pregunta tipo test tema 5 en plataforma Kahoot!

Al estimar la relación entre comprar o no una marca de leche y número de miembros del hogar (>3 ó 3 o mas) obtenemos

	valor	#	log. verosimilitud (obtenido)
Ocupación de Personas	2,88	1	20

a) La compra de la marca de leche está relacionada con el número de miembros del hogar -20

b) La compra de la marca de leche no está relacionada con el número de miembros del hogar -21

c) El número medio de litros de leche consumidos depende del tamaño del hogar -2

d) El número medio de litros de leche consumidos no depende del tamaño del hogar -2

Fuente: elaboración propia.

La observación de las figuras 1 y 2, ilustra la necesidad de adaptarse a los requisitos de la aplicación Kahoot!, en especial la longitud de las

preguntas y respuestas. Para solventar esta desventaja en la adaptación de las preguntas, decidimos proyectar, durante los cinco últimos minutos de clase, el cuestionario original que muestra tanto el formato de examen como el planteamiento y extensión exacta de cada una de las preguntas (figura 3).

**FIGURA 3.** Cuestionario proyectado en la tutoría grupal número 1

INVESTIGACIÓN COMERCIAL										
PREGUNTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RESPUESTA										
PREGUNTA	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
RESPUESTA										

1. ¿Cuál de las siguientes recomendaciones sobre las técnicas cualitativas es **cierta**?
  - a) No se recomienda grabar las opiniones en las dinámicas de grupo o entrevistas en profundidad para facilitar el correcto desarrollo de las mismas.
  - b) En el método Delphi se necesitan muestras estadísticamente representativas al trabajar con expertos.
  - c) Es recomendable tener un guión semiestructurado para el desarrollo adecuado de la entrevista en profundidad.
  - d) En el brainstorming es importante la crítica en la fase inicial para evitar el planteamiento de ideas que sean absurdas.

Fuente: elaboración propia

## 5. PROPUESTA DE MEDICIÓN DE RESULTADOS

Desde la óptica docente nuestro trabajo no termina con la sesión. Pensamos que es vital realizar un proceso de seguimiento que nos permita averiguar si la propuesta ha sido positiva y si la realización del Kahoot! es más beneficiosa que la realización de la tutoría grupal de manera tradicional.

Para ello, además de observar durante el desarrollo de la sesión que la temporalización y el diseño ha sido el adecuado, debemos averiguar si ha conseguido despertar el interés del alumnado, por lo que hemos establecido una serie de indicadores que den soporte a nuestra hipótesis. Estos indicadores son: porcentaje de asistencia del alumnado a la clase, valoración cualitativa de la sesión mediante rúbrica en aspectos tales como implicación, trabajo desarrollado y, finalmente la realización de una encuesta de satisfacción que recoja las opiniones de nuestro alumnado.

Contrastaremos los valores de los indicadores obtenidos en el curso 2022/2023, donde las tutorías grupales se han desarrollado de forma tradicional con los del curso 2023/2024 que utilizarán la plataforma Kahoot! Dado que las últimas preguntas del cuestionario de satisfacción serán las de codificación permitirá obtener los resultados de manera desagregada en una serie de variables como sexo, edad, número de matrícula, etc.

Obviamente esperamos una mejor valoración de las sesiones para el curso 2023/2024. No obstante, y para no tomar decisiones con ligereza, daremos carácter longitudinal al estudio de manera que los resultados alcanzados sean más robustos y puedan introducirse ajustes pertinentes si se producen desviaciones relevantes entre lo esperado y lo observado.

## 6. CONCLUSIONES

Es indiscutible que la educación debe adaptarse al nuevo paradigma del proceso de enseñanza-aprendizaje y que los docentes deben aprovechar las ventajas que proporcionan las nuevas tecnologías.

Por ello, este trabajo recoge una propuesta de actualización de las tutorías grupales de la asignatura Investigación Comercial, que sustituye la cumplimentación y resolución tradicional de un cuestionario elaborado a partir de preguntas utilizadas en exámenes anteriores proyectados en el aula, por una sesión con la aplicación Kahoot!

Pensamos que la gamificación va a aumentar el desempeño del alumnado en las clases gracias a su mayor implicación y participación. El realizar la sesión con Kahoot! nos va a permitir además, una mejor supervisión de la actividad y la observación de qué preguntas o conceptos vistos en sesiones anteriores no les han quedado claros, etc. Otra de las ventajas percibidas es que, a la vez que hacen el juego, y ya con el móvil en la mano nos será más fácil el envío de un cuestionario de satisfacción de manera online que permita obtener feedback de la actividad realizada. Estamos seguros de que el nivel de cumplimentación será superior, por ejemplo, al de las encuestas de evaluación docente, que por mucho que se les deje tiempo en clase para su realización, todos los años presentan un porcentaje de realización muy limitado.

Con los datos obtenidos con el cuestionario y con la observación realizada durante la celebración de la actividad podremos formarnos una opinión sobre la implementación de la propuesta. Esperamos que el resultado sea positivo y se convierta en el primer paso para la actualización completa de la metodología empleada en la asignatura.

No dudamos que la actividad va a promover, de forma efectiva, varias de las competencias generales, competencias específicas y resultados de aprendizaje recogidos en la guía docente de la asignatura. Por ello, ya nos hemos planteando realizar otros cambios como la reforma de las prácticas de laboratorio empleando *flipped classroom*. En la actualidad los alumnos desarrollan varios casos prácticos con el SPSS (que van desde la codificación de una encuesta, transformaciones y modificaciones en variables y base de datos, y diferentes análisis estadísticos) que se realizan de manera simultánea a la explicación del docente. La propuesta es grabar la sesión explicativa y que los alumnos vengan a clase habiéndola visionado, lo que permitirá dedicar la sesión a la resolución de tareas similares pero no descritas de forma idéntica en el video. Esto será, sin duda, una futura línea de investigación del trabajo que ahora damos por finalizado.

## 7. REFERENCIAS

- Aguerrondo, I. (1999). El Nuevo Paradigma de la Educación para el siglo XXI. OEI.Programas. Desarrollo Escolar y Administración Educativa. <http://www.oei.es/administracion/aguerrondo.htm>
- Cabrero, J. (2007). Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Madrid: McGraw Hill.
- Pernías Peco, P. A. (2017). Nuevos empleos, nuevas habilidades, ¿Estamos preparando el talento para la cuarta revolución industrial? Información comercial española, 898, 59-71.
- Pintor Díaz, P. (2017). Gamificando con Kahoot en evaluación formativa. Revista Infancia, Educación y Aprendizaje, 3(2), 112-117.
- Rodríguez Cornejo, V., Ruiz Rodríguez, M., Montañés Del Río, M. Á., & Sánchez Ortiz, J. (2020). Incremento del rendimiento en el alumnado del Grado en Marketing e Investigación de Mercados aplicando Kahoot. En A. I. Allueva Pinilla & J. L. Alejandro Marco (eds.), Prácticas docentes en los nuevos escenarios tecnológicos de aprendizaje (pp. 263-272). Prensas de la Universidad de Zaragoza.

- Rodríguez-Fernández, L. (2017). Smartphones y aprendizaje: el uso de Kahoot en el aula universitaria. *Revista mediterránea de Comunicación*, 8(1), 181-189.
- Rojas Viteri, J., Álvarez Zurita, A., & Bracero Huertas, D. (2021). Uso de Kahoot como elemento motivador en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Cátedra*, 4(1), 98–114. <https://doi.org/10.29166/catedra.v4i1.2815>
- Sancho-Esper, F., Rodríguez-Sánchez, C., Ostrovskaya, L., Ruiz Moreno, F., Campayo Sánchez, F., Romero-Ortiz, A., ... & Wagner, C. (2019). La gamificación como herramienta de motivación, aprendizaje y evaluación en el ámbito de la empresa y el marketing. *Memorias del Programa de REDES-I3 CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria. Convocatoria 2018-19*. <http://hdl.handle.net/10045/101595>
- Wang, A. I., & Tahir, R. (2020). The effect of using Kahoot! for learning—A literature review. *Computers & Education*, 149.



# MEJORACAT, UNA VISIÓN DIDÁCTICA DE CONTRIBUCIÓN A LA MEJORA DEL DESEMPEÑO ORGANIZACIONAL MEDIANTE TECNOLOGÍA COMPUTACIONAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

---

JOSÉ ROBERTO CANTÚ-GONZÁLEZ  
*Universidad Autónoma de Coahuila*

JESÚS ABRAHAM CASTORENA-PEÑA  
*Universidad Autónoma de Coahuila*

ALMA JOVITA DOMÍNGUEZ-LUGO  
*Universidad Autónoma de Coahuila*

## 1. INTRODUCCIÓN

El primer cuarto del siglo XXI se ha caracterizado por sus avances científicos y tecnológicos, lo cual es el resultado del alto nivel competitivo imperante en nuestro mundo actual. Paralelamente, este mismo comportamiento se observa en individuos y organizaciones que pretenden diferenciarse globalmente para alcanzar grandes metas. Entre estos, destaca el dominio de las aplicaciones de la ciencia computacional, incluidas sus diferentes etiquetas como tecnología computacional, tecnología digital, tecnologías de la información y comunicación (TIC), etc., el enfoque del análisis de datos (que a su vez incluye desde el análisis y clasificación de datos en escala simple hasta la ciencia de datos con todas sus ramas), y por último a la competitividad como elementos claves distintivos. Consecuentemente, este hecho da lugar a que individuos y organizaciones, ante la búsqueda de altos niveles de desempeño en todos los campos de aplicación del conocimiento deban adaptar sus conocimientos a las necesidades incorporadas a los nuevos cambios. La educación como los demás campos del conocimiento, pretende esta adaptación, dado que también los procesos formativos enfrentan grandes retos. Ahora más que nunca, y como medio para evitar deficiencias formativas, la educación

debe generar estrategias didácticas innovadoras y llamativas para el estudiante, a grado de aportar valor de competencia global, de forma que impacte en su estructura disciplinar y la construcción de valores humanos robustos, pretendiendo así contribuir a mejores niveles de desempeño organizacional en el futuro.

El presente trabajo, basado en la urgente necesidad de enfrentar el problema de la deficiencia formativa y para atender la responsabilidad de adaptación que confiere evitar el rezago educativo, presenta nuestro modelo MEJORACAT, como un intento de ofrecer al docente una guía de apoyo en la preparación de su cátedra, a la cual se le pretende añadir cualidades que la hagan interesante y amena, con una visión innovadora, por lo que se apoya en el uso de aplicaciones de tecnología computacional con miras a fortalecer su nivel de comprensión.

Por otra parte, a manera de proveer un ejemplo que apoye una potencial replicación del modelo presentado se plantea como un caso específico de aplicación, el tema de las herramientas de calidad, por ello ante este caso de agregan aplicaciones para el análisis estadístico. Adicionalmente, se integra una lista de recursos didácticos basados en páginas web de acceso libre para ser usados como herramienta, tanto para la solución de problemas de calidad como para el análisis estadístico.

A continuación, se hace una introspección descriptiva de la motivación de este trabajo y sus referencias asociadas.

### 1.1. SIGLO XXI, LOS GRANDES CAMBIOS DEMANDAN GRAN ADAPTACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD GLOBAL

Si bien es cierto que cada día es una oportunidad de cambio y de obligada adaptación, la llegada del siglo XXI ha significado un verdadero parteaguas en ciertos campos de la ciencia y la tecnología. Para la primera, y por mencionar solo algunos descubrimientos tenemos: la secuencia del genoma humano (International Human Genome Sequencing Consortium, 2004), la partícula con características consistentes con las del Bosón de Higgs (The ATLAS Collaboration, 2022), y la primera observación de las ondas gravitacionales (Abbott et al., 2016). Respecto a la tecnología podemos citar elementos de gran valor que, aunque han

surgido durante el siglo XX, ha sido hasta el siglo XXI cuando han adquirido consolidación, entre algunos de los más destacados están el teléfono inteligente (Reid, 2018, pp. 35–66), la computación en la nube (Furht, 2010) y la inteligencia artificial (Flasiński, 2016).

Por supuesto, todos los desarrollos científicos cada vez son más influenciados por los avances tecnológicos, los cuales han sido fundamentales para todos los desarrollos logrados desde la segunda mitad del siglo XX. Particularmente en los Estados Unidos de América, el florecimiento de la tecnología computacional, específicamente de las industrias asociadas a las TIC a partir de 1970, constituyó el hecho de que estas industrias emplearan directa o indirectamente a casi la mitad de su fuerza de trabajo, lo que evidencia a la información como el conocimiento y poder del siglo XXI (Oettinger, 1980). Desde entonces mayormente, los países con economías tecnológicamente más desarrolladas han invertido en la ciencia y la tecnología, sin embargo, ha sido hasta el tiempo presente cuando la transformación digital global ha llegado a una mayor competencia, evidencia de ello es que la producción industrial más avanzada está siendo basada en el análisis de grandes volúmenes de datos o big data, entre otras importantes tecnologías (Chursin et al., 2020). Por otra parte, es de destacar que el pensamiento analítico de datos, como uno de los aspectos relevantes de la ciencia de datos, es una competencia de gran importancia en las posiciones directivas (E. Prescott, 2014), que aporta influencia en el desempeño competitivo organizacional (Mikalef et al., 2019). En general, prestar atención del desarrollo tecnológico de las industrias de todo mercado, constituye una labor imperativa para toda organización que aspire al liderazgo de la competitividad a largo plazo (Chursin et al., 2020).

Ante tal escenario, resulta imposible no plantear una verdadera transformación para lograr la adaptación educativa ante las condiciones imperantes en el tiempo actual.

## 1.2. RETOS DE LA EDUCACIÓN EN EL SIGLO XXI

La educación como cualquier otro campo del saber se mantiene en una búsqueda continua por mejorar su desempeño, acción que se encuentra asociada en todo momento a la intención de adaptarse a los cambios observados en el tiempo, sin embargo, ante la significación de los observados en el presente siglo XXI, la educación enfrenta el reto de presentar mejoras adaptativas y muy determinantes para combatir las exigencias de los tiempos actuales. Entre otros aspectos, la educación debe contemplar desde la moralidad como sensor principal para la formación de valores, el enfoque creativo e innovador de su aplicación, el conocimiento basado en la ciencia y el pensamiento crítico, sin pasar por alto la adecuación al nivel ético y cultural de la humanidad, caracterizado por la inclusión, la comprensión y la aceptación de las diversas formas de la diversidad (Voropayeva et al., 2022).

Sin restar importancia a los factores inherentes al proceso de enseñanza - aprendizaje propios de la educación universitaria, la tecnología en especial las TIC, juegan un papel determinante (Akram et al., 2021; Tømte et al., 2019) tanto para la preparación de la cátedra por el docente, o bien para el desarrollo del trabajo autodidacta del estudiante, deber implícito del mismo.

Por otra parte, la introducción de nuevos paradigmas innovadores de la ciencia computacional como es el uso de las aplicaciones de la inteligencia artificial son punto de partida para el análisis de la conveniencia de su uso en la educación, lo cual es tema bastante controversial (Ahmed, 2022; Fundación ProFuturo, 2023; Tuomi, 2022; (Williamson et al., 2023).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal de este trabajo es brindar al docente un punto de apoyo innovador y de orientación para la preparación de la cátedra, pretendiendo atender las necesidades de los tiempos modernos de la educación universitaria. El material desarrollado es aplicable a cualquier

materia, sin embargo se da especial atención al tema de las herramientas de calidad, por lo que puede implicar mayor beneficio para los docentes relacionados con este tema de estudio.

Pensando en el deseo intrínseco del docente comprometido con su profesión, se pretende propiciar en el estudiante una formación de alto nivel competitivo en materia de calidad. Y así, indirectamente, contribuir a la formación de futuros profesionistas con un perfil de alto nivel competitivo, y consecuentemente influir en potenciar mejores niveles de desempeño organizacional.

## 2.2. OBJETIVOS PARTICULARES

Para el cumplimiento del objetivo principal se describen los siguientes objetivos particulares:

- Diseño de un modelo didáctico para el desarrollo de la cátedra basado en las preferencias de aprendizaje de los estudiantes, con el fin de propiciar en estos una motivación para el estudio mediante la aplicación del conocimiento tradicional del tema con un valor práctico y tecnológicamente innovador.
- Desarrollo de una lista de recursos didácticos de acceso libre en internet para usar como herramientas para el planteamiento y solución de problemas de calidad o bien el análisis estadístico.

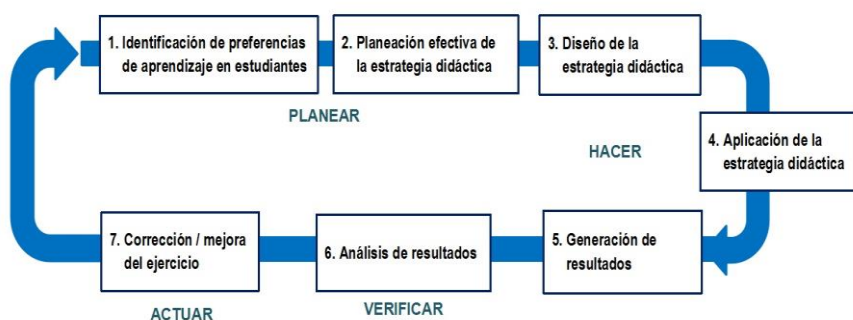
## 3. METODOLOGÍA

Estructurar un desarrollo didáctico en forma de una guía de aplicación simplificada resulta una estrategia conveniente para el aprendizaje, ejemplos de ello han sido aplicados a temas estadísticos (Cantú-González et al., 2020) y de tecnología computacional (Aguirre-López et al., 2022), entre otros. La secuencia presentada de los pasos a seguir que han de llevarse a cabo al ejecutar esta didáctica contempla elementos incluidos en tales guías de aplicación.

La metodología aplicada para este trabajo se rige por nuestro modelo presentado en la figura 1, el cual hemos llamado MEJORACAT, que se propone como una guía referencial didáctica para el docente, que con

apoyo en la innovación y la aplicabilidad busca la actualización y mejora continua de la cátedra. El modelo está basado en el “Círculo de Deming” para la mejora continua, también conocido como planear-hacer-verificar-actuar (PHVA) o bien PDCA del inglés plan-do-check-act. El MEJORACAT se caracteriza por su estructura metódica y orientación hacia la mejora continua de la cátedra, donde se da una atención especial a las preferencias de aprendizaje de los estudiantes.

**FIGURA 1.** MEJORACAT, modelo para la mejora continua de la cátedra basado en las preferencias de aprendizaje de los estudiantes.



Fuente: elaboración propia

A continuación se explica el modelo MEJORACAT.

### 3.1. IDENTIFICACIÓN DE PREFERENCIAS DE APRENDIZAJE EN ESTUDIANTES

Identificar las preferencias de aprendizaje de los estudiantes es posible mediante diversas formas, que van desde escuchar las sugerencias de los estudiantes, muy conveniente cuando se trata de grupos reducidos, y en el entendido que las sugerencias escuchadas deben ser representativas de todo el grupo; aplicar una encuesta donde se busque el mismo objetivo anterior, o bien es posible considerar las sugerencias del grupo ya identificadas en un ejercicio anterior. En todo caso y en adaptación a las tendencias tecnológicas de los tiempos actuales, siempre será conveniente la utilización de las herramientas computacionales, las del tipo TIC, el valor de la información y los datos implicados para el diseño de nuestra cátedra. Se sugiere que el docente que aspire a aplicar este modelo revise concienzudamente las preferencias de aprendizaje de sus

estudiantes, clasifique la información derivada y obtenga una conclusión que le permita llevar a cabo sus prácticas con la confianza de que el ejercicio signifique el éxito de la estrategia didáctica.

### 3.2. PLANEACIÓN EFECTIVA DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Una vez que podamos contar con los resultados de las preferencias de aprendizaje, corresponde efectuar la planeación efectiva de la estrategia didáctica a aplicar, esta debe considerar los conocimientos previos requeridos para desarrollar el ejercicio que se planea, y ante la ausencia de estos, es necesario contemplar que este conocimiento esté en las posibilidades de asimilación por los estudiantes, de forma que el grado de dificultad asociado al aprendizaje complementario requerido sea perfectamente factible. El propósito de este trabajo, basado en la demanda del tiempo presente respecto a la competitividad y los cambios que en materia de aprendizaje han afectado a la población estudiantil, exige que la planeación de toda estrategia didáctica debe considerar el más alto nivel de efectividad en su diseño, por ello debe contemplar elementos innovadores tanto en la didáctica como en el uso de las tecnologías computacionales y el análisis de la información que pudieran estar implicados.

La estrategia didáctica debe contemplar la planeación de cualquiera de las diferentes modalidades de cátedra que el docente juzgue pertinente aplicar en adecuación al tema a tratar, y pueden ser desde la exposición tradicional del docente hasta el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y la realización de las prácticas asociadas por parte de los estudiantes.

Adicionalmente, será necesario dar importancia al tiempo de aplicación, los recursos disponibles y cualquier situación asociada. Una recomendación a considerar respecto a la utilización de recursos didácticos computacionales, es utilizar los recursos de acceso libre, software que posea la institución, software de versiones de prueba cuando sea necesario o bien aplicaciones desarrollados por estudiantes de carreras computacionales.

### 3.3. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Habiendo finalizado la planeación, toca el turno a la primera parte del “hacer” del PHVA, fase de suma importancia en todo proceso. Al efectuar el diseño de la estrategia didáctica ha de contemplarse que cada cátedra tenga su propio objetivo, el cual debe alinearse con el tema de la clase por impartir. Es altamente necesario la inclusión de ejercicios prácticos a ser desarrollados por los estudiantes en alguna parte de la cátedra, estos ejercicios deben ser acompañados de los recursos didácticos que correspondan a su realización. De igual modo, debe proporcionarse las instrucciones específicas sobre la actividad solicitada, las especificaciones concretas concernientes al ejercicio, la definición de si se trata de un ejercicio individual o de equipo, vías y fechas de entrega y una rúbrica que defina la forma en que será evaluado el ejercicio. El uso de un formato estandarizado como guía para el llenado de las particularidades de la práctica puede ser de mucha ayuda.

Este método contempla la utilización de recursos asociados a la tecnología computacional como medio de mantener la cátedra acorde a los avances tecnológicos de la era. Como apoyo a la realización de esta etapa considérese el uso de los recursos computacionales mencionados en la etapa de planeación.

### 3.4. APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

La cuarta etapa en este modelo corresponde a aplicar la estrategia didáctica mediante la impartición de la cátedra, todavía dentro del “hacer” la segunda fase del PHVA, constituye la ejecución de las etapas de planeación y diseño. Esta etapa se desarrolla en el salón de clase y frente a los estudiantes a diferencia de la anterior, que podríamos decir que es trabajo de oficina.

El desarrollo de la cátedra debe desarrollarse basada en las actividades planeadas y diseñadas previamente, aunque de presentarse alguna situación no prevista debe ser manejada y atendida en pro del cumplimiento del objetivo de la cátedra y los saberes implícitos de la docencia.

Para los casos donde se aplica algún tipo de trabajo tipo práctica, algunas veces pueden efectuarse durante la clase, aunque habrá otras que



requieran un tiempo mayor y por lo cual son diseñadas para realizarse como trabajo extra clase. Puede contemplarse prácticas de desarrollo individual o las de tipo colaborativo o por equipo. Ante la opción última es posible considerar dos perspectivas, existe los defensores de formar los equipos aleatoriamente para construir un ambiente semejante a la actividad real, donde difícilmente es posible elegir a sus compañeros. Asimismo, en la perspectiva de la formación de los equipos de trabajo mediante la elección de los estudiantes, el potencial podría resultar mas enriquecedor entendiendo la posibilidad de que entre estudiantes de intereses y características afines es posible generar un mejor desempeño, este escenario puede ser factible para los emprendedores que eligen sus propios colaboradores, mas no cuando se trabaja como empleado.

### 3.5. GENERACIÓN DE RESULTADOS

Esta es la última parte de la fase de “hacer” y corresponde a la generación de resultados, la cual implica evaluar la estrategia didáctica desarrollada, ejercicio que debe llevarse a cabo en el contexto más imparcial posible para efecto de propiciar los mejores beneficios. En igual forma a la identificación de preferencias, este ejercicio debe resultar de la percepción de los estudiantes, aunque es posible enriquecerse con la opinión de un colega que jugando el rol de evaluador puede participar de forma presencial o bien de forma asíncrona, resultado de analizar la sesión grabada después de su ejecución.

La evaluación de la cátedra debe estar respaldada por un ejercicio muy metódico, preferentemente mediante el uso de un formato que solicite la percepción de los diferentes factores en que deseamos ser evaluados, por citar algunos de ellos podemos mencionar el grado de claridad de la explicación, lo apropiado del lenguaje, los materiales utilizados, entre otros. El ejercicio puede ser realizado mediante una encuesta a contestar por los estudiantes en forma anónima y diseñado a efecto de facilitar su análisis.

### 3.6. ANALISIS DE RESULTADOS

El análisis de resultados representa la oportunidad de “verificar” la tercer fase del PHVA, la estrategia didáctica aplicada en la cátedra. En esta

etapa se efectúa un análisis de las encuestas contestadas por los estudiantes o el formato de evaluación realizado por el evaluador, o ambas. Un buen análisis no se limita a dar una ponderación final de la cátedra definiendo si esta fue buena o mala. El objetivo del análisis de resultados debe ser la identificación de patrones, aspirando a que posteriormente puedan formularse conclusiones de valor sobre nuestra cátedra. El análisis debe realizarse en la misma forma como en una investigación se analizan los datos, donde se busca obtener el mayor grado posible con conclusiones de valor respecto a las fallas específicas ocurridas, para luego identificar las causas potenciales que pudieron haberlas ocasionado.

El diseño de la estructura de evaluación es clave para hacer un buen análisis y así identificar los aspectos específicos que fallaron y más aún identificar sus causas.

En general, un análisis que aporte buenos resultados será aquel desarrollado en una mecánica muy analítica, donde los datos obtenidos puedan ser limpiados y clasificados claramente para generar las mejores conclusiones.

### 3.7. CORRECCIÓN / MEJORA DEL EJERCICIO

La etapa séptima y final de este modelo corresponde a la fase “actuar” del PHVA y se refiere a poner en ejecución las medidas tomadas sobre el análisis efectuado sobre los resultados. Esta etapa de corrección / mejora consiste en llevar a cabo las medidas pertinentes que responden a los hallazgos identificados como causas raíz del ejercicio del análisis de resultados. Por ello, en esta etapa se designan y desarrollan acciones tipo contramedidas a llevar a cabo para la posterior mejora del ejercicio. Tales medidas o contramedidas, como se suele denominar en el estudio de los procesos, representan las acciones a realizarse para mejorar o en su caso corregir las áreas de oportunidad identificadas.

Es de entenderse, que en un alto nivel de desempeño y de alta responsabilidad, el diseño de la estrategia didáctica para la realización de la cátedra debe realizarse al más alto nivel de ejecución posible, sin presuponer que errores potenciales serán encontrados en la etapa de corrección, o bien dejándose cabos sueltos pensando en su posterior corrección en

esta etapa. Por el contrario, es de esperarse que la aplicación del modelo permita un ejercicio de mejora desde su primer ciclo, y consecuentemente para los siguientes ciclos, la calidad de la didáctica pueda optimizarse gradualmente, de forma que el nivel general del ejercicio se mantenga realmente en una verdadera mejora continua, lo que constituye la esencia del enfoque del mismo nombre, solo que en este caso se trata de una aplicación pensada en el desarrollo de una cátedra, que puede aplicarse en cualquier nivel educativo.

#### 4. APLICACIÓN METODOLÓGICA

Si bien es entendible que la aplicación del método MEJORACAT puede ser aplicable para la mejora de cualquier cátedra, es importante acentuar que este trabajo lo propone para aportar una estrategia didáctica innovadora y de interés para el estudiante en el tema de las herramientas de calidad, que le permita un mejor aprendizaje y consecuentemente contribuya a un mejor nivel competitivo profesional en materia de calidad, buscando finalmente potenciar el beneficio futuro en el desempeño organizacional.

Por otra parte, aunque las etapas del método han sido explicadas en la sección de la metodología y planeadas para un fácil entendimiento y aplicación, existen algunos puntos de interés del proceso que conviene detallar sobre la aplicación del tema de las herramientas de calidad, esto debido a las implicaciones de la implementación y la particularidad del tema.

##### 4.1. LAS PREFERENCIAS DE APRENDIZAJE IDENTIFICADAS

El fundamento principal de la identificación de preferencias de aprendizaje de los estudiantes del grupo analizado en la materia de calidad está basado en el conocimiento que los autores tienen del grupo debido a experiencias de cursos pasados, que desde entonces han externado la inclinación por el análisis de casos reales, prácticos y el uso de la tecnología computacional. Este conocimiento coincide con un trabajo sobre innovación educativa desarrollado según las experiencias de docentes y estudiantes de una universidad pública del estado de Sonora, México,

misma que además de puntualizar las preferencias de los estudiantes por el estudio de problemas reales y trabajos prácticos, enfatiza la importancia de aprovechar las tecnologías para potenciar la práctica docente (Zavala-Guirado et al., 2020).

#### 4.2. PARTICULARIDADES DE LA APLICACIÓN DEL MODELO EN LA CÁTEDRA DE HERRAMIENTAS DE CALIDAD

La ejecución de la cátedra de herramientas de calidad fue desarrollada utilizando el modelo MEJORACAT confirmándose la inclinación que los estudiantes de la materia de calidad tienen por las herramientas tecnológicas y la practicidad del conocimiento. Ante lo anterior, el diseño de la estrategia didáctica se desarrolló integrando a la asignatura de calidad, los enfoques de estadística, administración y programación, lo que representa proveer elementos particulares de cada enfoque al tema de las herramientas de calidad. Específicamente, se adicionaron elementos de análisis estadístico, tecnología computacional y el enfoque de clase mundial a la didáctica de las herramientas de calidad. De lo cual, para integrar los primeros con los segundos se hizo uso de algoritmos gráficos y programas computacionales con aporte estadístico para el aprendizaje práctico de las aplicaciones del tema. Respecto al enfoque de clase mundial se desarrollaron ejercicios donde se analizaron casos prácticos de empresas de prestigio internacional. La realización de estas acciones pretenden aportar un toque de innovación a la didáctica original y de beneficio para la cátedra.

#### 4.3. USO DE RECURSOS DIDÁCTICOS PARA EL DISEÑO DE LA PRÁCTICA

Esta actividad fue desarrollada usando tres tipos de recursos didácticos, el primero de ellos correspondió a las páginas web que contienen herramientas de libre acceso, al menos de forma limitada, lo cual fue de gran valor porque permitió desarrollar proyectos en un tiempo más corto generando una familiarización con la operatividad computacional y el uso de herramientas web. El segundo recurso utilizado fueron las descargas de hojas de cálculo tipo “template” de reconocidas y respetables fuentes alojadas en la web, esto fue posible luego de identificar empresas consultoras o asociaciones que proveían estos recursos. Finalmente el tercer

tipo de recurso didáctico consistió de programas o sistemas computacionales desarrollados en otras materias o carreras, los cuales fueron elaborados ubicando a los estudiantes de la materia de calidad como usuarios, ello además de ejercer un aporte individual para cada materia involucrada, significó la realización del trabajo colaborativo de los autores, de esta forma se integraron especialistas y estudiantes tanto de las disciplinas computacionales como de los temas de calidad, generando al mismo tiempo una colaboración entre los estudiantes y propiciando el interés de estos en temas diferentes a sus respectivas materias, lo cual permitió incrementar el alcance de la perspectiva profesional de los estudiantes.

Una lista de algunos de los recursos didácticos disponibles en línea para el ejercicio de las herramientas de calidad se encuentra en la siguiente tabla 1.

**TABLA 1.** Algunos recursos en línea útiles para el desarrollo de herramientas de calidad

Recurso	Tipo	Algunas herramientas contenidas	Enlace
Creately	D	Herramientas de calidad, diagramas, tableros, mapas conceptuales, etc. (Creately, 2022)	<a href="https://creately.com/guides/7-quality-tools/">https://creately.com/guides/7-quality-tools/</a>
Visual Paradigm Online	D	Herramientas de calidad, diagramas, modelado, etc. (Visual Paradigm Online, 2023)	<a href="https://online.visual-paradigm.com/charts/templates/pareto-charts/">https://online.visual-paradigm.com/charts/templates/pareto-charts/</a>
Statistics Kingdom	CG	Calculadora y graficador de pruebas estadísticas, herramientas de calidad como histogramas, etc. (Statistics Kingdom, 2017)	<a href="https://www.statskingdom.com/histogram-maker.html">https://www.statskingdom.com/histogram-maker.html</a>
Stats Charts. Com	CG	Calculadora y graficador de pruebas estadísticas, herramientas de calidad como gráfica de dispersión, etc. (StatsCharts.Com, 2023)	<a href="https://statscharts.com/scatter/scatterchart">https://statscharts.com/scatter/scatterchart</a>
Social Science Statistics	CG	Calculadora y graficador de pruebas estadísticas, herramientas de calidad como calculadoras estadísticas (Social Science Statistics, 2019).	<a href="https://www.socscistatistics.com/tests/">https://www.socscistatistics.com/tests/</a>
ASQ	A	Sociedad Americana para la calidad, provee teoría y templates/hojas de cálculo de herramientas de calidad (ASQ, 2019).	<a href="https://asq.org/quality-resources/quality-tools">https://asq.org/quality-resources/quality-tools</a>
Tipos de recursos: plataformas de (D)iseño, calculadoras graficadoras (CG), (A)sociación / comunidad de calidad			

Fuente: elaboración propia

## 5. RESULTADOS

Entre los aportes resultantes destacan:

1. El diseño del modelo didáctico MEJORACAT para el desarrollo de la cátedra, mismo que se basa en un enfoque de mejora continua que considera las preferencias de aprendizaje de los estudiantes e incorpora herramientas de tecnología computacional y la utilización de casos prácticos con la intención de aportar un toque innovador a la estrategia didáctica con la intención de propiciar una mejor formación del estudiante y que consecuentemente pueda contribuir a mejores niveles de desempeño organizacional.
2. El planteamiento del diseño de una estrategia didáctica para el tema de herramientas de calidad, en el cual se analizaron acciones donde se utilizaron herramientas computacionales, elementos de análisis estadístico y temas de administración aportaron una una motivación para la cátedra, aplicando al conocimiento tradicional del tema, un valor práctico y tecnológicamente innovador.
3. Se identifico una serie recursos didácticos de acceso libre en internet para usar como herramientas de apoyo a la solución de problemas de calidad o bien el análisis estadístico.

## 6. DISCUSIÓN

Ante la aportación del modelo MEJORACAT se recomienda la replicación del mismo para la impartición de cátedras de cualquier tema. Por otra parte se aporta el enfoque de mejora continua con origen en los temas de calidad y procesos, buscando apropiar a la cátedra de una idiosincracia que permita robustecerla. Del mismo modo se pretende influir en el estudiante de hoy para propiciar profesionistas futuros que impacten en el desarrollo organizacional.

## 7. CONCLUSIONES

Queda de manifiesto que la educación enfrenta nuevos y mayores retos en nuestros días, por ello es incuestionable la necesidad de ejercer una actualización y adaptación de alto nivel de calidad e igual magnitud a los cambios actuales. Ante ello el enfoque de mejora continua aporta la intención de ejercer una mejora de la cátedra en todo momento. Este trabajo y sus resultados presentados recomiendan la inclusión de elementos de innovación y aplicabilidad a la cátedra, fomentándose en todo momento la importancia de la competitividad como elemento de contribución a potenciar altos niveles de desempeño organizacional en el futuro profesional del estudiante.

## 8. REFERENCIAS

- Aad, G., Abajyan, T., Abbott, B., Abdallah, J., Abdel Khalek, S., Abdelalim, A. A., Abidinov, O., Aben, R., Abi, B., Abolins, M., AbouZeid, O. S., Abramowicz, H., Abreu, H., Acharya, B. S., Adamczyk, L., Adams, D. L., Addy, T. N., Adelman, J., Adomeit, S., & Adragna, P. (2012). Observation of a new particle in the search for the Standard Model Higgs boson with the ATLAS detector at the LHC. *Physics Letters B*, 716(1), 1–29. <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2012.08.020>
- Abbott, B. P., Abbott, R., Abbott, T. D., Abernathy, M. R., Acernese, F., Ackley, K., Adams, C., Adams, T., Addesso, P., Adhikari, R. X., Adya, V. B., Affeldt, C., Agathos, M., Agatsuma, K., Aggarwal, N., Aguiar, O. D., Aiello, L., Ain, A., Ajith, P., & Allen, B. (2016). Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger. *Physical Review Letters*, 116(6), 1–16. <https://doi.org/10.1103/physrevlett.116.061102>
- Aguirre-López, M. A., Cantú-González, J. R., & Hueyotl-Zahuantitla, F. (2022). Diseño de cuerpos sólidos con FreeCAD y su uso en dinámica de fluidos computacional. *Revista Electrónica Sobre Tecnología, Educación Y Sociedad*, 9(17). <https://www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/770>
- Ahmed, S. A. (2022). TECHNOLOGY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SIMULTANEOUS INTERPRETING: A MULTIDISCIPLINARY APPROACH. *CDELTA Occasional Papers in the Development of English Education*, 78(1), 325–353. <https://doi.org/10.21608/opde.2022.249945>
- Akram, H., Yingxiu, Y., Al-Adwan, A. S., & Alkhalifah, A. (2021). Technology Integration in Higher Education During COVID-19: An Assessment of Online Teaching Competencies Through Technological Pedagogical

- Content Knowledge Model. *Frontiers in Psychology*, 12:736522, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.736522>
- Alfredo, D. D. G. (2019). O ENSINO A DISTÂNCIA EM ANGOLA. *Revista Internacional de Ciências, Tecnologia E Sociedade*, 2(4), 41–48. <https://doi.org/10.37334/ricts.v2i4.20>
- ASQ. (2019). Quality Tools & Templates - List of Healthcare Tools | ASQ. [Asq.org. https://asq.org/quality-resources/quality-tools](https://asq.org/quality-resources/quality-tools)
- Cantú-González, J. R., Guardado-García, M. del C., & Illescas, G. (2020). Monitoreo de la variabilidad del proceso mediante Gráficas XR, una guía de aplicación estadística. *Revista Electrónica Sobre Tecnología, Educación Y Sociedad*, 7(14), 203–217. <https://www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/726>
- Chursin, A., Grosheva, P. Y., & Yudin, A. V. (2020). Fundamentals of the economic growth of engineering enterprises in the face of challenges of the XXI century. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 862(042049), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/862/4/042049>
- Creately. (2022, July 1). 7 Basic Tools of Quality for Process Improvement | Creately. [Creately.com. https://creately.com/guides/7-quality-tools/](https://creately.com/guides/7-quality-tools/)
- Prescott, M. (2014). Big data and competitive advantage at Nielsen. *Management Decision*, 52(3), 573–601. <https://doi.org/10.1108/md-09-2013-0437>
- Flasiński, M. (2016). History of Artificial Intelligence. In *Introduction to Artificial Intelligence* (pp. 3–13). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-40022-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40022-8_1)
- Fundación ProFuturo . (2023, April 21). *La inteligencia artificial en educación en América Latina a debate* . ProFuturo - Programa de Educación Digital ; Fundación ProFuturo. <https://profuturo.education/observatorio/tendencias/la-inteligencia-artificial-en-educacion-en-america-latina-a-debate/>
- Furht, B. (2010). Cloud Computing Fundamentals. In B. Furht & A. Escalante (Eds.), *Handbook of Cloud Computing* (pp. 3–19). Springer, Boston MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6524-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6524-0_1)
- International Human Genome Sequencing Consortium. (2004). Finishing the euchromatic sequence of the human genome. *Nature*, 431(7011), 931–945. <https://doi.org/10.1038/nature03001>
- Mikalef, P., Krogstie, J., Pappas, I. O., & Pavlou, P. (2019). Exploring the relationship between big data analytics capability and competitive performance: The mediating roles of dynamic and operational capabilities. *Information & Management*, 57(2), 1–15. ScienceDirect. <https://doi.org/10.1016/j.im.2019.05.004>



- Oettinger, A. G. (1980). Information Resources: Knowledge and Power in the 21st Century. *Science*, 209(4452), 191–198.  
<http://www.jstor.org/stable/1684854>
- Reid, A. J. (2018). *The Smartphone Paradox : Our Ruinous Dependency in the Device Age* (pp. 35–66). Springer Nature Switzerland AG.  
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-94319-0#about-this-book>
- Social Science Statistics. (2019). Quick Statistics Calculators. Socscistatistics.com. <https://www.socscistatistics.com/tests/>
- Statistics Kingdom. (2017, July). Histogram maker. [www.statskingdom.com](http://www.statskingdom.com).  
<https://www.statskingdom.com/histogram-maker.html>
- StatsCharts.com . (2023). Scatter Plot Chart Maker. [Statscharts.com](http://statscharts.com).  
<https://statscharts.com/scatter/scatterchart>
- The ATLAS Collaboration. (2022). A detailed map of Higgs boson interactions by the ATLAS experiment ten years after the discovery. *Nature*, 607, 52–59. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04893-w>
- Tømte, C. E., Fosslund, T., Aamodt, P. O., & Degn, L. (2019). Digitalisation in higher education: mapping institutional approaches for teaching and learning. *Quality in Higher Education*, 25(1), 98–114.  
<https://doi.org/10.1080/13538322.2019.1603611>
- Tuomi, I. (2022). Artificial intelligence, 21st century competences, and socio-emotional learning in education: More than high-risk? *European Journal of Education*, 57(4), 601–619. <https://doi.org/10.1111/ejed.12531>
- Visual Paradigm Online. (2023). Online Pareto Chart Templates. [Online.visual-paradigm.com](http://online.visual-paradigm.com). <https://online.visual-paradigm.com/charts/templates/pareto-charts/>
- Voropayeva, T., Kuzmenko, R., Iuksel, G., Stepanenko, O., & Kobal, V. (2022). Educational and scientific potential of the XXI century. Challenges and prospects. *Eduweb*, 16(2), 95–106. <https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2022.16.02.6>
- Williamson, B., Macgilchrist, F., & Potter, J. (2023). Re-examining AI, automation and datafication in education. *Learning, Media and Technology*, 48(1), 1–5. <https://doi.org/10.1080/17439884.2023.2167830>
- Zavala-Guirado, M. A., González-Castro, I., Vázquez-García, M. A., Zavala-Guirado, M. A., González-Castro, I., & Vázquez-García, M. A. (2020). Modelo de innovación educativa según las experiencias de docentes y estudiantes universitarios. *RIDE. Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 10(20).  
<https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.590>

SECCIÓN III  
INNOVACIÓN EDUCATIVA EN EL ÁMBITO STEM

---

## ¿“ACTIVIDAD PRÁCTICA” O “SITUACIÓN DE APRENDIZAJE”? LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

---

ESTHER CASCAROSA SALILLAS

*Departamento de Didácticas Específicas  
Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza  
Grupo Beagle, Instituto IUCA*

### 1. INTRODUCCIÓN

Con la entrada en vigor de la nueva ley LOMLOE, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (RD 217/2022), se introducen cambios que implican modificaciones importantes en las metodologías de enseñanza. En el trabajo que presentamos, focalizamos el análisis de estas modificaciones en el contexto de la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria.

Una de las modificaciones más importantes con respecto a la anterior ley educativa consiste en la introducción de las llamadas “situaciones de aprendizaje”. Esta modificación altera la metodología de enseñanza actual, introduciendo cambios relevantes no solo en la manera inmaterial de enseñar, sino también en los formatos formales como son las programaciones de aula. Es decir, los y las docentes de educación secundaria de ciencias, deben tener en cuenta esta modificación tanto en las programaciones didácticas que sustentan formalmente la enseñanza de su materia, como en la propia enseñanza en el aula.

Esta nueva legislación entró en vigor en septiembre de 2022, en los cursos impares de la enseñanza secundaria, con apremio y sin formación previa de los y las docentes al respecto, que se han ido formando a lo largo de este curso académico en la medida de lo posible. Teniendo en cuenta todo esto, el objeto de nuestro trabajo es conocer qué entienden

los y las docentes de ciencias, en el contexto de la educación secundaria, por situación de aprendizaje.

Dado el poco tiempo transcurrido desde la publicación y entrada en vigor de la nueva ley educativa, todavía no hay artículos de investigación publicados que abarquen análisis de situaciones de aprendizaje reales, implementadas en las aulas. Por lo tanto, las acepciones en relación a lo que es una situación de aprendizaje, con qué está vinculado, cómo se debe aplicar, cómo se debe evaluar, etc, quedan contextualizadas a lo que se describe en la legislación nacional (RD 217/2022). Como es sabido, las competencias sobre educación, en España, recaen sobre las Comunidades Autónomas y, en lo que nos ocupa, significa que, esta legislación nacional es adaptada en cada Comunidad. Por eso, en este trabajo, hemos investigado, no solo en la legislación nacional, sino también lo que se describe en la normativa autonómica de Aragón, en relación a las situaciones de aprendizaje en la enseñanza de las ciencias en educación secundaria (Orden EDC 1172/2022).

### 1.1. LAS SITUACIONES DE APRENDIZAJE EN EL RD 217/2022

En el RD 217/2022, en el Artículo 2: Definiciones, se describen las situaciones de aprendizaje como “situaciones y actividades que implican el despliegue por parte del alumnado de actuaciones asociadas a competencias clave y competencias específicas y que contribuyen a la adquisición y desarrollo de las mismas” (RD 217/2022, p. 7).

En la misma legislación, en el Artículo 12: Competencias específicas, criterios de evaluación y saberes básicos, en el segundo punto, se describe lo siguiente: “para la adquisición y desarrollo, tanto de las competencias clave como de las competencias específicas, el equipo docente planificará situaciones de aprendizaje en los términos que dispongan las administraciones educativas. Con el fin de facilitar al profesorado su propia práctica se enuncian en el anexo III orientaciones para su diseño” (RD 217/2022, p. 11).

Y no es hasta el anexo III, donde se especifica más en detalle: “La adquisición y el desarrollo de las competencias clave del Perfil de salida del alumnado al término de la enseñanza básica, que se concretan en las

competencias específicas de cada materia o ámbito de la etapa, se verán favorecidos por metodologías didácticas que reconozcan al alumnado como agente de su propio aprendizaje. Para ello es imprescindible la implementación de propuestas pedagógicas que, partiendo de los centros de interés de los alumnos y alumnas, les permitan construir el conocimiento con autonomía y creatividad desde sus propios aprendizajes y experiencias. Las situaciones de aprendizaje representan una herramienta eficaz para integrar los elementos curriculares de las distintas materias o ámbitos mediante tareas y actividades significativas y relevantes para resolver problemas de manera creativa y cooperativa, reforzando la autoestima, la autonomía, la reflexión crítica y la responsabilidad. Para que la adquisición de las competencias sea efectiva, dichas situaciones deben estar bien contextualizadas y ser respetuosas con las experiencias del alumnado y sus diferentes formas de comprender la realidad. Asimismo, deben estar compuestas por tareas complejas cuya resolución conlleve la construcción de nuevos aprendizajes. Con estas situaciones se busca ofrecer al alumnado la oportunidad de conectar y aplicar lo aprendido en contextos cercanos a la vida real. Así planteadas, las situaciones constituyen un componente que, alineado con los principios del Diseño universal para el aprendizaje, permite aprender a aprender y sentar las bases para el aprendizaje a lo largo de la vida, fomentando procesos pedagógicos flexibles y accesibles que se ajusten a las necesidades, las características y los diferentes ritmos de aprendizaje del alumnado. El diseño de estas situaciones debe suponer la transferencia de los aprendizajes adquiridos por parte del alumnado, posibilitando la articulación coherente y eficaz de los distintos conocimientos, destrezas y actitudes propios de esta etapa. Las situaciones deben partir del planteamiento de unos objetivos claros y precisos que integren diversos saberes básicos. Además, deben proponer tareas o actividades que favorezcan diferentes tipos de agrupamientos, desde el trabajo individual al trabajo en grupos, permitiendo que el alumnado asuma responsabilidades personales y actúe de forma cooperativa en la resolución creativa del reto planteado. Su puesta en práctica debe implicar la producción y la interacción verbal e incluir el uso de recursos auténticos en distintos soportes y formatos, tanto analógicos como digitales. Las situaciones de aprendizaje deben fomentar aspectos relacionados con el interés común,

la sostenibilidad o la convivencia democrática, esenciales para que el alumnado sea capaz de responder con eficacia a los retos del siglo XXI” (RD 217/2022, p. 179).

Se han analizado las acepciones al término dentro de las materias de Física y química y Biología y geología. En estos contextos, la normativa aporta una información algo más concreta: “las situaciones de aprendizaje permiten trabajar de manera que los saberes básicos contribuyan a la adquisición de las competencias. Para ello, deben plantearse, a partir de un objetivo claro, estar conectadas con la realidad e invitar al alumnado a la reflexión y a la colaboración” (RD 217/2022, p. 34), “... En este sentido, las situaciones de aprendizaje que se planteen para la materia deben partir de un enfoque constructivo, crítico y emprendedor” (RD 217/2022, p. 88).

## 1.2. LAS SITUACIONES DE APRENDIZAJE EN LA ORDEN EDC1172/2022

La normativa autonómica recoge, además de las definiciones exactas del RD 217/2022 comentadas hasta ahora, ejemplos concretos de situaciones de aprendizaje (EDC1172/2022). Se han revisado los currículos de las asignaturas de Biología y geología y de Física y química de la orden. En ambos currículos, en el apartado IV. Orientaciones didácticas y metodológicas, en el subapartado IV.3, aparecen varias situaciones de aprendizaje diseñadas como ejemplos para guiar la enseñanza. En ambas materias se recomienda una estructura a seguir en el diseño de una situación de aprendizaje, que consta de los siguientes elementos: introducción y contextualización (donde se incluya una breve presentación del tema, motivo de la elección, las fuentes documentales que han inspirado la secuencia, el curso al que va dirigido, una estimación temporal y la relación general con el contexto), objetivos didácticos (objetivos de aprendizaje específicos a alcanzar dentro de la situación de aprendizaje. Tienen que tener relación con las competencias específicas y con los saberes curriculares), elementos curriculares (relación justificada y redactada con los elementos del currículo), conexión con otras áreas (interdisciplinariedad de las situaciones de aprendizaje con otras materias), descripción de la situación de aprendizaje (desarrollo de la situación, acciones a realizar, tipo de agrupaciones, preguntas que se pueden

plantear, momentos en los que se estructura y materiales que se emplean, atención a las diferencias individuales (descripción de las acciones tomadas en el diseño para atender a la diversidad), orientaciones para la evaluación formativa (descripción de los instrumentos y procedimientos para evaluar tanto el aprendizaje del alumnado como la situación de aprendizaje diseñada) y referencias bibliográficas (bibliografía relacionada con los materiales, la metodología o los recursos empleados).

Esta estructura definida, puede ayudar a entender qué se espera del término situación de aprendizaje.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, y dado que en este trabajo analizamos percepciones de los y las docentes en activo de ciencias, sobre las situaciones de aprendizaje, considero oportuno introducir brevemente lo que se entiende por percepción en el ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales (ámbito de investigación desde el que se ha llevado a cabo este trabajo).

### 1.3. LAS PERCEPCIONES EN CIENCIAS

El análisis de percepciones para evidenciar las creencias sobre temas concretos en la didáctica de las ciencias experimentales, es algo común en nuestro campo de investigación. La línea de investigación acerca de las percepciones y necesidades docentes viene desarrollándose desde hace más de tres décadas. De acuerdo a Farrell y Lim (2005), “acceder a las opiniones, percepciones y comprender las razones del profesorado es una tarea compleja, que necesita del diálogo y la observación, pero su consideración se hace esencial si admitimos que estas influyen en su práctica educativa”. Por ejemplo, Aguilera y Perales Palacios (2018) analizaron las percepciones del profesorado de ciencias en relación al uso de los libros de texto, sin ir más lejos con una muestra de 10 docentes (el mismo número que en este trabajo). En su caso, llevaron a cabo una categorización de las respuestas de los y las encuestadas. García-Ruíz et al. (2020) también analizaron las percepciones, en este caso, del profesorado en formación. En ese caso, evaluaron las respuestas obtenidas en un cuestionario y a través del análisis de las reflexiones de los y las participantes.

También los autores Alvarado-Rodríguez y Flores-Camacho (2008), analizaron las percepciones sobre la enseñanza de las ciencias en la educación universitaria. Con este estudio, además de identificar percepciones y creencias, identificaron obstáculos para la enseñanza de las ciencias.

Por otro lado, Medina-Cruz et al. (2018) estudiaron las percepciones de estudiantes de ciencias de educación secundaria en relación al aprendizaje de las mismas. La metodología empleada fue el análisis y la codificación de las respuestas a un cuestionario de preguntas abiertas, que realizaron los estudiantes una vez que recibieron su clase de ciencias mediante el empleo de diversas herramientas.

En resumen, el análisis de las percepciones, en el campo de investigación de didáctica de las ciencias experimentales que nos ocupa, es una herramienta válida para conocer de primera mano (grupos de discusión, debates, encuestas, ...) las creencias sobre temas concretos en relación a la enseñanza y/o aprendizaje de las ciencias.

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos de esta investigación se centran en analizar la percepción que el profesorado de ciencias en educación secundaria, tiene sobre las situaciones de aprendizaje. En concreto, se han recogido datos para tratar de concluir lo que estos y estas docentes entienden por situación de aprendizaje, la diferencia o diferencias que creen que hay entre situación de aprendizaje y actividad práctica y, por último, si tienen la creencia previa de que desarrollar una enseñanza a través de estas situaciones de aprendizaje favorece o no la formación en ciencias del alumnado. Las tres preguntas concretas que tratamos de responder con este trabajo son:

Pregunta 1: ¿Qué es para ti una situación de aprendizaje?

Pregunta 2: ¿En qué se diferencia de una actividad práctica?

Pregunta 3: ¿Crees que va a aportar algo en la formación del alumnado? ¿qué?



### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. MUESTRA

Para la recogida de la información y la consecución de los objetivos establecidos, se ha trabajado con una muestra de personas con la que se han recogido los datos y consta de diez profesores y profesoras de educación secundaria en activo. El ámbito de trabajo de todos ellos/as es la educación de las ciencias (Física, química, biología, geología). Estos docentes se encuentran impartiendo docencia en cursos impares, en los que la normativa vigente es la LOMLOE, lo que significa que deben regir su docencia (diseñar su enseñanza) en el contexto de esa legislación.

Por otro lado, es importante describir el momento del curso en el que se encuentran y la formación que pueden tener con respecto a las situaciones de aprendizaje. Los datos se han recogido en el mes de marzo, por lo que los docentes llevan siete meses desarrollando la enseñanza de sus asignaturas siguiendo las indicaciones de la LOMLOE. La formación sobre esta nueva normativa que describen los y las docentes encuestados es únicamente una formación generalista, de 10 horas, cursada entre los meses de febrero y marzo de este mismo año.

El cuestionario se inició una vez que se les explicaron a las y los participantes el propósito del estudio, así como el valor y la razón de participar en el mismo. Esto facilitó la motivación para que los docentes respondieran a las tres preguntas planteadas en el cuestionario.

#### 3.2. MÉTODO

Para recoger los datos que permitan responder a los objetivos de esta investigación, se diseñó un cuestionario breve, de tres preguntas intencionales, directas.

Una vez diseñado el cuestionario, este fue validado por tres expertos, todos del ámbito de investigación de la didáctica de las ciencias.

El resultado de este proceso es el cuestionario final que se puede observar en la Figura 1.

**FIGURA 1.** Cuestionario de recogida de datos

**Ámbito docente:**

**INICIALES:**

**Centro:**

**Cuestionario breve sobre percepciones en torno a las**

**“SITUACIONES DE APRENDIZAJE”**

- 1- ¿Qué es para ti una Situación de Aprendizaje?
  
- 2- ¿En qué se diferencia de una actividad práctica?
  
- 3- ¿Crees que va a aportar algo en la formación del alumnado? ¿Qué?

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. ANÁLISIS DE DATOS

Para analizar los datos, se estudiaron las respuestas de los encuestados de manera individual y dado que es un número pequeño de muestra, no se categorizaron las respuestas, sino que se buscaron ideas clave en las mismas. Por lo tanto, se leyeron todas las respuestas a cada una de las preguntas, se extrajeron ideas clave (palabras concretas o expresiones concretas) y se estableció un mapa de respuestas a cada una de las preguntas. De esta manera, se conjugaron todas las respuestas que es lo que se comenta en el apartado de resultados.

### 4. RESULTADOS

El procesamiento de los datos se realizó de acuerdo con el método de investigación cualitativo. Los resultados se analizaron atendiendo a cada una de las tres preguntas formuladas en el cuestionario. Por lo que, a continuación, se presentan los resultados atendiendo a esas tres preguntas.

# Pregunta 1: ¿Qué es para ti una situación de aprendizaje?

En la figura 2 se presentan imágenes de algunas de las respuestas de los y las docentes a esta pregunta.

**FIGURA 2.** Respuestas de a la pregunta ¿Qué es para ti una situación de aprendizaje?

1- ¿Qué es para ti una Situación de Aprendizaje?  
Conjunto de situaciones para conseguir que el alumnado aprenda.

1- ¿Qué es para ti una Situación de Aprendizaje?  
Es una **actividad formativa** desarrollada en un **contexto real o simulado** en el que dotando de los recursos necesarios **se promueven** tareas por las que los alumnos **desarrollan sus capacidades** para la obtención de un producto o la resolución de un problema.

1- ¿Qué es para ti una Situación de Aprendizaje?  
Una metodología que **está una parte práctica** con un contexto determinado.

1- ¿Qué es para ti una Situación de Aprendizaje?  
Una situación de aprendizaje consiste en el planteamiento de **un problema que** el alumnado tiene que tratar de resolver utilizando contextos familiares **y cooperando** con el resto del alumnado en su resolución.

1- ¿Qué es para ti una Situación de Aprendizaje?  
Dicho planteamiento de manera de **C-A** en el que se **corroboran** los **elab.** **curriculares** para **ayudar a desarrollar** **los CE** y **CClave** a través de **actividades** **guiadas** y **trabajos** **participativos** de **la** **clase**. **Conduciendo** **a** **favoreciendo** **a** **la** **diversidad** **del** **alumnado** **y** **favoreciendo** **el** **desarrollo** **de** **las** **CE/CC** **según** **el** **pto.** **de** **partida** **y** **caract.** **de** **cada** **uno**.

1- ¿Qué es para ti una Situación de Aprendizaje?  
Es una actividad en la cual el alumno **es el elemento** activo y tiene que generar un producto como resultado de dicha situación de aprendizaje. Va más allá de una tarea o una actividad tipo tarea. Debe contribuir al desarrollo de las competencias específicas.

1- ¿Qué es para ti una Situación de Aprendizaje?  
Trabajo cooperativo  
PBL  
Rete IMM  
...  
para evaluar todo lo que no se puede evaluar con exámenes

Fuente: elaboración propia

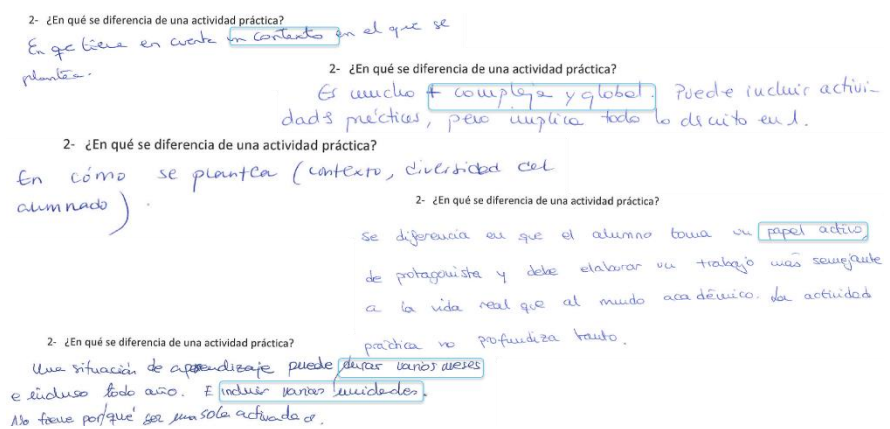
En estas respuestas, aparecen numerosas ideas clave vinculadas a la percepción que el profesorado tiene sobre lo que es una situación de aprendizaje. Las acepciones más recogidas han sido: actividad formativa, contexto real (y definido), desarrollar capacidades, obtención de un producto, resolución de un problema, parte práctica, cooperación entre iguales, planificación, alcanzar las competencias clave, alcanzar las competencias específicas, desarrollar saberes básicos, integrar variedad

del alumnado, evaluar lo que no es posible con un examen tradicional, el alumnado es un elemento activo.

Pregunta 2: ¿En qué se diferencia de una actividad práctica?

En la figura 3 se presentan imágenes de algunas de las respuestas de los y las docentes a esta pregunta.

**FIGURA 3.** Respuestas de a la pregunta ¿en qué se diferencia de una actividad práctica?

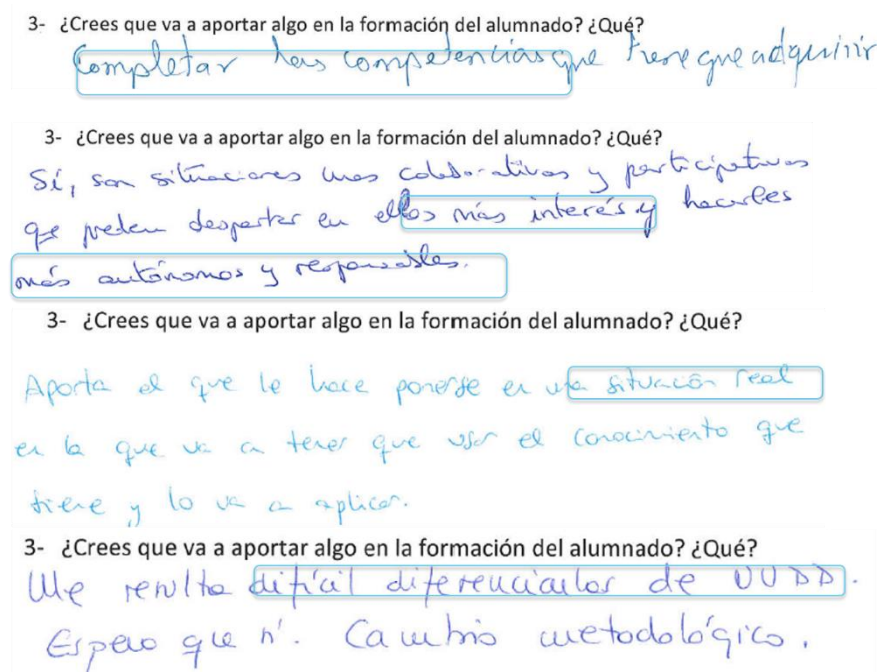


Fuente: elaboración propia

Pregunta 3: ¿Crees que va a aportar algo en la formación del alumnado? ¿qué?

En la figura 4 se presentan imágenes de algunas de las respuestas de los y las docentes a esta pregunta.

**FIGURA 4.** Respuestas de a la pregunta ¿crees que va a aportar algo en la formación del alumnado? ¿qué?



Fuente: elaboración propia

## 5. DISCUSIÓN

A continuación, se comentan los resultados siguiendo el mismo orden y estructura que en el apartado de resultados, es decir, atendiendo a cada una de las preguntas vehiculares en la obtención de los resultados.

Pregunta 1: ¿Qué es para ti una situación de aprendizaje?

Las respuestas a esta pregunta son diversas. Mayoritariamente el profesorado tiene la percepción de que, una de las consideraciones más importantes para diseñar y desarrollar las situaciones de aprendizaje es que deben atender al contexto. Algunos/as docentes especifican que el contexto debe ser real, otros/as comentan que debe ser cotidiano para el alumnado, y otros/as especifican que tiene que estar, al menos, definido.

Varios de los encuestados comentan que la situación de aprendizaje tiene que servir para obtener un producto como resultado. Lo que no especifican si es un producto de metacognición, o se refieren a un producto físico como en el caso de algunos proyectos. Lo que sí es generalizada es la percepción de que, a través del desarrollo de la situación de aprendizaje, el alumnado debe resolver un problema. Para ello, deben poner en práctica la cooperación entre iguales, integrando a todos/as los participantes.

Otra percepción extendida entre las respuestas recogidas es que, cualquier situación de aprendizaje, debe servir para desarrollar capacidades del alumnado. Algunos de los/as encuestados hablan además de alcanzar competencias clave y competencias específicas. A través de estas respuestas, dichas personas están vinculando elementos curriculares entre sí, lo que es algo con lo que deben cumplir las situaciones de aprendizaje de acuerdo a la normativa LOMLOE, tal como se ha planteado en el marco teórico (RD 217/2022). También en este sentido, algunos encuestados comentan que las situaciones deben servir para desarrollar saberes básicos establecidos en el currículo. Esto también establece un vínculo entre elementos curriculares (RD 217/2022).

Y, por último, en menor medida, pero también aparecen percepciones al respecto, alumnos/as describen las situaciones de aprendizaje como algo planificado, que debe contener una parte activa, donde el alumnado debe ser un elemento activo y no parte estática, únicamente receptora de la enseñanza.

Algunas respuestas interesantes establecen un vínculo directo entre la situación de aprendizaje y la evaluación, atribuyéndole a las situaciones de aprendizaje funciones de herramienta de evaluación del aprendizaje del alumnado.

Pregunta 2: ¿En qué se diferencia de una actividad práctica?

Las respuestas a esta pregunta, principalmente ponen el foco en el contexto. Es decir, los y las encuestadas creen que, en el caso de una situación de aprendizaje, se establece un contexto definido y delimitado, que no se establece en una actividad práctica en general.

Además, muchas de las respuestas hacen mención a los pasos que hay que seguir en el desarrollo de una situación de aprendizaje y que, según su percepción, no aparecen establecidos en una actividad práctica.

Otro resultado generalizado es la percepción de que la situación de aprendizaje frente a la actividad práctica, es más compleja y global, siendo posible que la primera englobe alguna actividad práctica en su diseño. Parece una percepción generalizada también la duración de una situación frente a la duración de una actividad, exponiendo en las respuestas recabadas que una situación de aprendizaje es algo más duradero en el tiempo que una actividad práctica.

Por otro lado, hay respuestas que recogen la percepción de que, en las situaciones de aprendizaje, el alumnado pone en juego y aplica habilidades varias, desarrolladas a través de una mayor autonomía para dar solución al problema foco de la situación de aprendizaje. Algunas respuestas especifican que el alumnado debe desarrollar competencias específicas, aplicando conocimientos tanto teóricos como prácticos.

Y, por último, cabe destacar la percepción de que una situación de aprendizaje es algo más semejante a la vida real y menos al mundo académico, a diferencia de lo que se cree de las actividades prácticas.

Pregunta 3: ¿Crees que va a aportar algo en la formación del alumnado? ¿qué?

En general, las respuestas a esta pregunta hacen referencia a completar el desarrollo de las competencias del alumnado, a través de la puesta en marcha de situaciones más colaborativas y participativas. Destacan de nuevo el enfoque desde la situación real.

Otras de las respuestas establecen la importancia de la situación de aprendizaje dándole carácter de medio vehicular para relacionar contenidos teóricos y actividades prácticas. Y hablan de metodologías activas para conseguirlo. Sin embargo, también hay alguna respuesta que asume no encontrar diferencias entre lo que les va a aportar en la formación al alumnado, el desarrollo de una situación de aprendizaje frente a lo que aporta una unidad didáctica.

Igual que ocurría con las otras preguntas, algunas de las respuestas a esta tercera pregunta hacen referencia a la evaluación. Hay encuestados que tiene la percepción de que lo que va a aportar en la formación del alumnado la situación de aprendizaje es facilitar la evaluación de competencias específicas, lo que es una conclusión muy interesante y prometedora, si realmente en un futuro próximo los y las docentes de ciencias, aplican dichas situaciones de aprendizaje, además de como herramienta de enseñanza, como instrumento de evaluación.

Y, por último, también de manera generalizada, se cree que esta metodología de enseñanza permite o ayuda al alumnado a movilizar conocimientos, despierta el interés, los hace más autónomos, aumenta su responsabilidad, favorece el pensamiento crítico e incluso algún encuestado habla de un aprendizaje más significativo.

## 6. CONCLUSIONES

En este trabajo, hemos presentado una investigación motivada por lo siguiente. Hace poco menos de siete meses que entró en vigor la nueva legislación por la que se establece el currículo de enseñanza de educación secundaria, que entre otras materias recoge la normativa relativa a la enseñanza de las ciencias (RD 217/2022).

En esta reciente legislación, se establecen importantes cambios metodológicos, el que analizamos en este estudio es la aparición de lo denominado “situaciones de aprendizaje”.

Las situaciones de aprendizaje implican en su definición un cambio en la metodología de enseñanza, por lo que los y las docentes en activo deben conocer en qué consisten estas situaciones de aprendizaje para poder aplicarlas en el contexto de la nueva ley, que este curso 22/23 ha entrado en vigor en los cursos impares (1º ESO, 3º ESO, 1º Bto).

La investigación que aquí se presenta ha tenido por objeto conocer las percepciones de estos docentes en activo, en la educación secundaria en ciencias, sobre la nueva metodología a aplicar en su actividad docente. Para ello, hemos diseñado y validado un cuestionario sencillo, intencional y analizado las respuestas recogidas en el séptimo mes de la entrada



en vigor de la ley. Es decir, cuando los docentes deberían estar ya aplicando de manera efectiva su enseñanza a través de las situaciones de aprendizaje, pero sin tener una formación ni experiencia extensa en el tema de estudio.

Tras analizar las respuestas, reflejo de las percepciones de los y las encuestados/as podemos concluir que la mayoría de los y las docentes establecen puntos en común en lo que entienden por situación de aprendizaje. Las percepciones más generalizadas son que se trata del diseño de actividades que nacen de la necesidad de resolver un problema, que pueden o no contener actividades prácticas, cuidadosamente contextualizadas en la realidad más próxima del alumnado. Además, creen que desarrollar la enseñanza a través de esta metodología puede/debe servir para movilizar conocimientos (teóricos y prácticos) que potencien el desarrollo de las competencias específicas y clave (además de trabajar los saberes básicos del currículo). Los docentes encuestados creen importante que en estas situaciones se incluyan a todo el alumnado, de manera que haya cooperación y se integre a todo el mundo.

Y, por último, destacan que creen que va a servir para aumentar el interés, la motivación, hacerlos/as más responsables y autónomos, desarrollar el pensamiento crítico y un aprendizaje significativo en el alumnado implicado.

Finalmente, el presente estudio tiene limitaciones, la principal limitación con la que nos encontramos en este trabajo es su validez externa, dado que se trata de un estudio realizado con una muestra concreta y de características específicas. Por lo que, para que los resultados pudieran ser generales, tendríamos que aplicar la misma metodología de investigación con una muestra más amplia, de características más generales.

## 7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

La autora agradece el apoyo recibido en esta investigación del grupo Beagle de investigación en didáctica de las ciencias naturales y el Instituto IUCA, instituto universitario de investigación en ciencias ambientales de Aragón, ambos de la Universidad de Zaragoza, así como al proyecto PID2021-1236150A-I00 del Ministerio.

## 8. REFERENCIAS

- Aguilera, D. y Perales Palacios, F. J. (2018). El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado: percepciones, experiencias y opiniones del profesorado. *Enseñanza de las ciencias*, 36 (3), 41-58. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2423>
- Alvarado-Rodríguez, M. E. y Flores-Camacho, F. (2009). Percepciones y supuestos sobre la enseñanza de la ciencia. *Las concepciones de los investigadores universitarios. Perfiles educativos*, 32 (118), 10-26.
- EDC1172/2022. (2022). Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto, por la que se aprueban el currículo y las características de la evaluación de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Farrell, T. C. y Lim, P. C. P. (2005). Conceptions of grammar teaching: A case study of teachers' beliefs and classroom practices. *TESL-EJ*, 9 (2), 1-13.
- García-Ruíz, C., Lupión-Cobos, T. y Blanco-López, A. (2020). Emociones y percepciones sobre indagación de profesorado en formación inicial. *Revista de investigación e innovación educativa*, 102, 54-70. <http://doi.org/10.12795/IE.2020.i102.04>
- Medina-Cruz- H., Lagunes-Dominguez, A. y Torres-Gastelú, C. A. (2018). Percepciones de Estudiantes de Nivel Secundaria sobre el uso de las TIC en su Clase de Ciencias, *Inf. Tecnol.*, 29 (4). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000400259>
- RD 217/2022. (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria.

## UTILIZACIÓN DE ORGANISMOS MODELO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

---

DANIEL BARRANCO

*Facultad de Educación; Universidad del Atlántico Medio*

### 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe un desconocimiento por parte del alumnado de lo que implica desarrollar una carrera profesional en el campo de la investigación. Este hecho genera que no exista un elevado número de alumnos que presenten una clara vocación científica y los que la presentan, se sienten atraídos principalmente por unas áreas concretas como son, la ayuda a otras personas, el trabajo con animales o la protección del medio ambiente (Vázquez Alonso & Manassero, 2009). Para mitigar esta situación y dar a conocer una visión más amplia de lo que implica la carrera científica, desde el Ministerio de educación y Formación Profesional, del Gobierno de España, se han apoyado diferentes programas con el objetivo de fomentar la metodología STEAM, el desarrollo de Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics. Este programa está destinado a alumnos de todas las etapas educativas y pone especial hincapié en el desarrollo de vocaciones científico-tecnológicas en las alumnas. Algunos ejemplos de estas iniciativas son el programa Inspira STEAM que pretende el fomento de vocaciones científicas entre alumnas, llevado a cabo País vasco; y el programa Mujeres, Ciencia y Tecnología, promovido por el Instituto Andaluz de la Mujer. A través de estos programas se pretende dar a conocer el papel, pasado y actual, de las mujeres en el campo de la ciencia y tecnología (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2023).

Independientemente de los programas a nivel nacional o de comunidad autónoma, también existen multitud de experiencias educativas documentadas, que se han llevado a cabo en centros educativos con el

objetivo de dar a conocer el mundo de la investigación y como es el trabajo diario de los investigadores. Un ejemplo de ello sería el programa Café con Ciencia, llevado a cabo por la Fundación DesQbre en Andalucía, que permite poner en contacto a investigadores en activo con alumnos de educación secundaria obligatoria y bachillerato, mientras se disfruta de un desayuno (DesQbre, 2023); o el programa la Noche Europea de los investigadores, llevado a cabo por la misma fundación, en el que investigadores en activo presentan sus trabajos y plantean actividades para los ciudadanos (especialmente niños) en las calles de ciudades de Andaluzas (DesQbre, 2023).

### 1.1. LOS ORGANISMOS MODELO

Los organismos modelo son ampliamente utilizados para entender cómo se producen fenómenos biológicos fundamentales, como la división o muerte celular, la herencia o el funcionamiento de los tejidos y órganos dentro de un organismo pluricelular complejo. En el campo de la biomedicina también son fundamentales, ya que permiten estudiar el origen y evolución de las enfermedades, así como la efectividad de diferentes tratamientos y los efectos secundarios que puedan tener. La utilidad de los organismos modelo se basa en la conservación de los mecanismos básicos que gobiernan la vida de nuestras células, que se han mantenido tras miles de millones de años de evolución entre todos los seres vivos.

Existen modelos de organismos unicelulares como es el caso de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, que se utiliza para estudiar el efecto que tienen diferentes tratamientos sobre las células cancerígenas (Matuo et al., 2012), entre otros usos. Organismos modelo de las plantas vasculares superiores, como es el caso de *Arabidopsis thaliana*, que se utiliza como modelo de referencia para entender la biología y genética vegetal (Pang & Meyerowitz, 1987). Modelos de organismo invertebrados como los casos de la mosca de la fruta, *Drosophila melanogaster* o el nematodo, *Caenorhabditis elegans*, que se utilizan como para entender enfermedades como el cáncer, Parkinson o Alzheimer (Alexander et al., 2014; Mirzoyan et al., 2019). Por último, también existen organismos modelo dentro de los vertebrados, como son el pez zebra, *Danio rerio*, que se utiliza para realizar estudios de toxicidad o herencia; y el ratón de laboratorio

*Mus musculus* donde sus aplicaciones son casi ilimitadas, destacando aquellas relacionadas con el entendimiento de los procesos celulares y básicos y origen y evolución de enfermedades, como el cáncer (Balmain, 2002).

Sin embargo, aunque estos organismos modelo son determinantes en el campo de la investigación biomédica, en raras ocasiones aparecen espacios en las aulas de ciencias para trabajar con ellos, sobre todo desde un punto de vista práctico. El objetivo principal de este proyecto es realizar un análisis de 5 organismos modelo utilizados en investigación, con la idea de ofrecer una guía de como implementar el trabajo con organismo modelo en las aulas de ciencias y dotar a los docentes de una serie de recursos que les puedan ser de utilidad para diseñar actividades utilizando organismos modelo.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo realizar un análisis de 5 organismos modelo utilizados en el campo de la investigación con la idea de determinar en qué medida se puede implementar su uso en un aula de ciencias. Los organismos modelo seleccionados son: la levadura *S. cerevisiae*, los invertebrados *C. elegans* y *D. melanogaster*, la planta vascular superior *A. thaliana* y el vertebrado *Mus musculus*.

Para la consecución del objetivo principal se plantean los siguientes objetivos específicos.

- Revisión bibliográfica de los organismos modelo con la idea de analizar sus características, condiciones de vida y su ciclo vital.
- Clasificar a los organismos modelo en función de la facilidad de acceso, requisitos para su uso, seguridad e interdisciplinariedad.
- Identificar potenciales recursos para el diseño de actividades con organismos modelo.
- Diseñar ejemplos de actividades para trabajar con los organismos modelo.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Debido a la gran utilidad de los organismos modelo existen bases de datos específicas para cada uno de ellos. La información que aparece en las bases de datos específicas de los organismos modelo frecuentemente se va actualizando a medida que los investigadores hacen nuevos descubrimientos o se generan nuevas líneas mutantes. La información sobre el mantenimiento, cultivo y ciclo de vida de los organismos modelo fue obtenida de las correspondientes bases de datos seleccionadas.

Posteriormente, se realizó una clasificación de los modelos en función de:

- Facilidad de acceso: (i) fácil acceso, si puede obtener directamente por cualquier usuario a través de proveedores específicos o no; (ii) difícil acceso, si no es accesible para un usuario común.
- Requisitos para su uso: se detallan si existen requisitos para su uso, como algunos materiales o equipos específicos o incluso formación específica de los usuarios.
- Seguridad: si el trabajo con el organismo modelo supone un riesgo para la salud de los usuarios; y en ese caso, qué medidas se deben tomar.
- Interdisciplinariedad: Si el modelo permite trabajar las ciencias de forma integrada, combinando diferentes disciplinas como las matemáticas, la química, la informática, etc.

A continuación, se describen una serie de ejemplos de actividades que se pueden llevar a cabo con el organismo modelo en un aula de ciencias.

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. S. CEREVISIAE

Es un hongo unicelular con un tamaño aproximado entre 5-7  $\mu\text{m}$  de diámetro que se alimenta generalmente de hidratos de carbono y aminoácidos y vive a una temperatura aproximada de 28 °C. El ciclo de vida está comprendido en dos fases, una haploide y otra diploide. La forma

diploide únicamente aparece tras el cruzamiento de las dos formas haploides existentes,  $a$  y  $\alpha$ . La forma diploide es capaz de reproducirse asexualmente y cuando las condiciones del medio son desfavorables, puede llegar a generar las formas haploides a través de meiosis. Por otro lado, las formas haploides también pueden dividirse de forma asexual a través de mitosis.

#### 4.1.1. Análisis del modelo

Se considera un modelo de fácil acceso, ya que las levaduras se utilizan para la fabricación de alimentos como el pan o la cerveza, por lo que puede adquirirse a bajo coste en tiendas de alimentación. Para su cultivo, es necesario disponer de placas de petri con agar nutritivo y para su transferencia de una placa a otra únicamente se necesitan palillos un asa de siembra estéril. Es recomendable trabajar en condiciones de esterilidad, utilizando una cabina de flujo laminar o un mechero Bunsen; el cultivo debe realizarse a una temperatura aproximada de 28 °C. Las colonias pueden observarse a simple vista, pero para la visualización de las células de forma independiente y detallada, es necesario contar con un microscopio óptico (objetivo de 40x y oculares de 10x).

No requiere de ningún requisito específico para su manipulación y tampoco supone un riesgo para la salud trabajar con este microorganismo.

#### 4.1.2. Actividades propuestas

- Realización de tinción y observación al microscopio óptico.
- Replicación del cultivo. Trabajo en condiciones de esterilidad.
- Estudios de variación de la morfología celular y de la colonia tras modificar las condiciones de cultivo (alta o baja temperatura, medio con muchos o pocos nutrientes, etc.).

Se considera un modelo interdisciplinar ya que las actividades propuestas permiten integrar áreas del conocimiento como la química, matemáticas o estadística.

### 4.1.3. Recursos

- The Yeast (<https://theyeasts.org/homepage-yeasts>): información general sobre ciclo de vida, elaboración de medios de cultivo y mantenimiento en el laboratorio.
- The *Saccharomyces* Genome Database (<https://www.yeast-genome.org/>): información sobre la secuencia de ADN y nuevos mutantes creados.

## 4.2. C. ELEGANS

Este nematodo vive en el suelo y se alimenta de microorganismo y materia orgánica en descomposición. Su ciclo de vida está compuesto por cuatro estadios larvarios (L1, L2, L3 y L4) y una fase adulta. Si las condiciones del medio son óptimas (22 °C y presencia de alimento), la duración de los estadios larvarios (de L1 a L4) es de 48 horas y el individuo en estado adulto puede vivir varias semanas. El individuo en estado adulto está compuesto por 959 células somáticas y tiene un tamaño aproximado de 1000 µm y es transparente, lo que es ideal para realizar estudios sobre la morfología o anatomía de este nematodo. Dada la importancia de este organismo modelo, su genoma fue secuenciado en 1999 (Stiernagle, 1990).

En el laboratorio, se alimenta de la bacteria *Escherichia coli* OP50 y no requiere de medios de crecimiento complejos (Nematode Grow Media; Stiernagle, 1990). Además, existen varios protocolos de criopreservación de este organismo que permiten su almacenamiento a baja temperatura, aproximadamente entre -80 °C y -196 °C (Barranco et al., 2014; Barranco & Risco; 2022), que permiten recuperar los individuos sin alteraciones a largo plazo (Vita-More & Barranco, 2015).

### 4.2.1. Análisis del modelo

Se considera un modelo de fácil acceso, ya que se puede obtener a partir de grupos de investigación; existen más de 1200 laboratorios alrededor del mundo que utilizan este organismo como modelo de sus investigaciones; o a través del *Caenorhabditis Genetics Center* que pertenece a la Universidad de Minesota. Este centro está destinado a almacenar y



suministrar los diferentes linajes de mutantes que se han desarrollado para esta especie.

No existen requisitos especiales para el uso del modelo y no supone un riesgo para la salud el trabajo con la estirpe silvestre (N2). Para su mantenimiento en el laboratorio es necesario disponer de un sistema que garantice la esterilidad, cabina de flujo laminar o mechero Bünsen, placas de Petri con agar nutritivo, medio líquido de crecimiento de bacterias, un cultivo de *Escherichia coli* OP50 en medio líquido, pipetas y asas de siembra estériles. Para su visualización es necesario contar con un microscopio óptico (objetivo de 4x más ocular de 10x) o una lupa binocular (40x).

#### 4.2.2. Actividades propuestas

- Caracterización de la anatomía del nematodo.
- Replicación del cultivo, trabajo en condiciones de esterilidad.
- Estudios poblacionales modificando las condiciones ambientales. Cultivo a alta o baja temperatura.
- Ensayos de criopreservación y estima de tasas de supervivencia.

Se considera un modelo interdisciplinar ya que permite utilizar las matemáticas y estadística en las actividades propuestas.

#### 4.2.3. Recursos

- WormBook (<http://www.wormbook.org/>): información detallada sobre medios de cultivo, mantenimiento en el laboratorio, ciclos de vida, etc.
- WORMATLAS (<https://www.wormatlas.org/>): información sobre la morfología y anatomía de los individuos.

#### 4.3. D. MELANOGASTER

*D. melanogaster* es un insecto, perteneciente al grupo de los dípteros. Su ciclo de vida está compuesto por 4 estadios que son, huevo, larva, pupa y adulto. La duración de cada uno de los estadios del ciclo varía

con las condiciones ambientales, pero aproximadamente desde huevo a estado adulto transcurren unos 10 días a 25 °C. Si la temperatura del medio es inferior, la aparición del individuo adulto se retrasará unos días más. En el individuo en estado adulto existe dimorfismo sexual; los machos son más pequeños que las hembras y las hembras presentan el abdomen más alargado.

Para cultivar este organismo en el laboratorio generalmente se utiliza un recipiente de plástico, un tubo o una botella, que se cierra con algodón. En el fondo se suele colocar una mezcla de agar nutritivo con hidratos de carbono. Una vez que escasee el alimento, en el fondo del tubo o botella, es necesario transferir unos 10-14 individuos a un nuevo recipiente con medio de cultivo (Lakhotia, 2022).

#### 4.3.1. Análisis del modelo

Este organismo se puede obtener fácilmente a través de proveedores no especializados, ya que se utiliza como alimento de otras especies de animales. Aunque lo ideal sería obtener el cultivo original de un grupo de investigación. En cuanto a los requisitos del modelo, no es necesario disponer de equipos ni materiales costosos, únicamente para poder realizar una observación más detallada de cada uno de los 4 estadios del ciclo, es recomendable contar con una lupa binocular con aumentos de 40x.

No supone un riesgo para la salud trabajar con este organismo ni son necesarios otros requisitos específicos.

#### 4.3.2. Actividades propuestas

- Observar el desarrollo embrionario.
- Replicación del cultivo.
- Caracterización morfológica. Identificación de sexos.
- Realización de cruces específicos para estudiar la herencia de caracteres.

Se considera un modelo interdisciplinar ya que puede integrar disciplinas como la química, matemáticas o estadística.

### 4.3.3. Recursos

- FlyBase (<https://flybase.org/>): base de datos general donde se encuentra información sobre el mantenimiento de *D. melanogaster* en un laboratorio, ciclo de vida, nuevos mutante y secuencia de su genoma. Dentro de la base de datos hay disponible un apartado de formación y prácticas de laboratorio sencillas para aprender el manejo de este organismo modelo (Lakhotia, 2021).

### 4.4. A. THALIANA

Planta herbácea perteneciente a la familia de las Brassicáceas. Su ciclo de vida es anual, bienal o perenne (raramente, fuera de nuestro ámbito). Presenta flores hermafroditas en racimos terminales con pétalos blancos, lilas o amarillentos. Las hojas se presentan tanto en la base, en forma de roseta, como a lo largo del tallo. Se encuentra en toda la península ibérica en suelos arenosos y secos, como bordes de caminos (Castroviejo, 2020).

#### 4.4.1. Análisis del modelo

Se considera un modelo de fácil acceso, puesto que se pueden recolectar semillas o ejemplares de una población natural (siempre que no se encuentre en el interior de un área protegida). Para su mantenimiento en el laboratorio es necesario disponer de macetas, tierra, acceso a agua para riego e iluminación. Es recomendable que el cultivo se realice en exterior.

No son necesario requisitos específicos para su manipulación y no supone un peligro para la salud su manipulación.

#### 4.4.2. Actividades propuestas

- Identificación morfológica.
- Estudios sobre el ciclo de vida.
- Replicación del cultivo.
- Experimentos de herencia de caracteres.

- Análisis de secuencias de ADN.
- Análisis de la distribución espacial.

Se considera un modelo interdisciplinar ya que puede integrar disciplinas como las matemáticas, estadística o informática.

#### 4.4.3. Recursos

- Tair (<https://www.arabidopsis.org/>): base de datos que contiene información sobre la secuencia de ADN.
- Gbif (<https://www.gbif.org/es/>): contienen información sobre la localización geográfica de las poblaciones naturales de esta especie.
- Flora ibérica (<http://www.floraiberica.es/>): contienen información sobre la descripción morfológica de la especie y aparecen guías para su identificación morfológica.

#### 4.5. M. MUSCULUS

El ratón de laboratorio es una especie cosmopolita que pertenece a la familia Muridae. Al nacer el ratón tiene un peso aproximado de unos 2 g y no tiene pelo hasta los 3 días. Tras transcurrir 12 días se produce la apertura de los ojos y a partir del día 13-14 comienza a ingerir alimento sólido y agua del bebedero. Finalmente, a los 21 se produce el destete. La madurez sexual se alcanza tras 5-7 semanas y la esperanza de vida media se encuentra entre los 12 y 18 meses (Fuentes Paredes, 2010).

##### 4.5.1. Análisis del modelo

Este modelo presenta una serie de requisitos que dificultan su acceso, manipulación y mantenimiento en el laboratorio. En primer lugar, porque el personal destinado a trabajar con el modelo requiere de formación específica, que puede variar dependiendo de los trabajos que se vayan a realizar. Además, es necesario cumplir con una serie de requisitos técnicos especificados por la normativa aplicable para poder instalar en un laboratorio jaulas con ratones (Real Decreto 53/2013). El trabajo con

este organismo modelo puede suponer un riesgo para la salud de los usuarios.

#### 4.5.2. Actividades propuestas

- Análisis de secuencias de ADN.
- Estudio de la morfología de las células tumorales.

Se considera un modelo interdisciplinar ya que puede integrar disciplinas como las matemáticas, estadística o informática.

#### 4.5.3. Recursos

- Mouse genome informatics (<https://www.informatics.jax.org>): base de datos que contiene información sobre la secuencias de ADN del organismo modelo y sus mutantes.
- Mouse model of human cancer (<https://www.informatics.jax.org>): base de datos que contiene imágenes de tumores en los tejidos del organismo modelo.

## 5. DISCUSIÓN

El presente trabajo muestra el potencial que tienen los organismos modelo más importantes, utilizados en investigación, en el contexto de la enseñanza de las ciencias. Además, presenta una serie de estrategias para poder trasladar el trabajo con los organismos modelo a aulas educativas sin necesitar demasiados materiales o equipos. Como se ha comprobado, tras la realización del trabajo, es posible diseñar actividades utilizando diversos organismos modelo. De modo que es posible acercar a los alumnos al trabajo en un laboratorio de investigación de diferente índole, como de biología celular, biología vegetal, biomedicina, evolución o genética, entre otras áreas.

La mayoría de los organismos modelo utilizados son de fácil acceso, excluyendo al ratón de laboratorio, y requieren pocos equipos o materiales de laboratorios. Para poder llevar a cabo el cultivo de *S. cerevisiae* y *C. elegans*, es necesario la elaboración de placas de petri con sus

correspondientes medios de cultivo. En el caso de no disponer equipos de esterilización (autoclave), para poder elaborar los medios de cultivo, se pueden adquirir directamente placas de estériles de agar nutritivo en múltiples proveedores de material de laboratorio. Igualmente, cualquier material que se necesite en formato estéril (asa de siembra, bisturí, pipetas, etc.), se puede adquirir estéril en formato desechable. En cuanto al mantenimiento de la esterilidad al cultivar *S. cerevisiae*, *C. elegans* o *D. melanogaster* durante el procedimiento del cultivo, es importante indicar que, si se producen contaminaciones en las placas o tubos, no se va a comprometer la viabilidad del propio cultivo, pero si proliferan demasiado los agentes contaminantes, se complicará la visualización de los organismos modelo. Por otro lado, si no se dispone de una cabina de flujo laminar para la realización de estos procedimientos, se pueden realizar bajo la llama de un mechero Bunsen, o un pequeño mechero de alcohol. Existen en el mercado mecheros Bunsen portátiles a bajo coste que no necesitan una toma fija de gas.

Otro equipo que puede limitar alguno de los procedimientos es el microscopio óptico o la lupa binocular. En relación a este problema es importante indicar que, si no se disponen de estos equipos, se puede trabajar con *S. cerevisiae*, a nivel de colonia, y se pueden utilizar lupas manuales, más económicas, para la visualización y diferenciación de *C. elegans* y *D. melanogaster*. Por último, en cuanto al mantenimiento de *C. elegans*, *D. melanogaster* y *S. cerevisiae* en el laboratorio, indicar que no es necesario disponer de una estufa específica de laboratorio para el cultivo de estos organismos, se pueden cultivar a temperatura ambiente, siempre que la temperatura ambiental sea similar a la requerida por estos organismos.

En relación al estudio de los ciclos de vida de los organismos modelo es interesante resaltar que, a medida que la complejidad del modelo aumenta, más largo es su ciclo de vida. Esto puede llegar a ser un problema si se diseñan actividades a corto plazo, ya que mientras que el ciclo de vida de *S. cerevisiae* o *C. elegans* puede ser de horas o pocos días, en el caso de *D. melanogaster* son 10 días y en el caso de *A. thaliana* la reproducción ocurre una vez al año.

En cuanto al nivel de complejidad del organismo, como se puede observar, mientras mayor es nivel de complejidad del organismo modelo, más

restricciones existen en cuanto a su manipulación en un aula ciencias. Mientras que con *S. cerevisiae*, *C. elegans* y *D. melanogaster*, la mayoría de actividades propuestas son manipulativas (cultivos, análisis morfológicos, recuentos poblacionales, tinciones, etc.) con los modelos más complejos, *A. thaliana* y *M. musculus*, la mayoría de actividades planteadas se centran en el análisis de datos o imágenes previamente facilitados por los investigadores (distribución espacial, análisis de imágenes de células tumorales, análisis de secuencias de ADN).

Al trabajar en el aula de ciencias con los organismos modelo se ofrece una visión real e integradora del trabajo de las ciencias, ya que de forma transversal se llegan a aplicar conocimientos de química, a la hora de preparar las disoluciones, medios de cultivo o tinciones; matemáticas y estadística, al realizar recuentos del número de individuos o colonias y tratar dicha información; o incluso informática, al comparar secuencias de ADN de diferentes organismo con programas de visualización y análisis de secuencias de ADN o al caracterizar morfológicamente células con programas de edición de imágenes.

## 6. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se realiza un análisis de potencial que tienen los organismos modelo utilizados en investigación, en el campo de la enseñanza de las ciencias. Tras la realización del proyecto es posible concluir que los organismos modelo disponen de diferente grado de facilidad de acceso y distintos requisitos para su uso; llegando a comprometer el tipo de actividades que se pueden realizar con cada modelo. Sin embargo, todos los organismos modelo analizados se pueden utilizar para enseñar ciencias de una forma integradora, combinando diferentes áreas del conocimiento, lo que a fin de cuentas es una representación de la realidad del trabajo de un investigador.

El presente proyecto no se centra en una etapa educativa en particular y las estrategias presentadas, pueden ser aplicadas en clases de ciencias a alumnos de educación secundaria obligatoria, bachillerato y formación profesional, siempre que se tenga en cuenta el nivel de conocimientos previos del alumno y contenidos a trabajar en cada sesión.

## 7. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Atlántico Medio, por ayudar a esta investigación con su programa de ayudas a las publicaciones científicas.

## 8. REFERENCIAS

- Alexander, A. G., Marfil, V., & Li, C. (2014). Use of *Caenorhabditis elegans* as a model to study Alzheimer's disease and other neurodegenerative diseases. *Frontiers in genetics*, 5, 279.
- Balmain, A. (2002). Cancer as a complex genetic trait: tumor susceptibility in humans and mouse models. *Cell*, 108 (2), 145-152.
- Barranco, D., & Risco, R. (2022). Long-term cryostorage does not negatively affect the recovery of *Caenorhabditis elegans*. *Cryobiology*, 109, 86-88.
- Barranco, D., Cabo-Ruiz, V., Corral, A. & Risco, R. (2014). Procedimiento para la conservación de *Caenorhabditis elegans* en estado adulto mediante vitrificación utilizando velocidades de enfriamiento ultrarrápidas y bajas concentraciones de crioprotector. Oficina Española de Patentes y Marcas, P201400908.
- Castroviejo, S. (2020). Flora ibérica: plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. *Flora ibérica*, 1-784.
- DesQubre. (29 de mayo 2023). Café con Ciencia.  
<https://cafeconciencia.fundaciondescubre.es/que-es-cafe-con-ciencia/>
- DesQubre. (29 de mayo 2023). La noche Europea de l@s investigador@s.  
<https://lanochedelosinvestigadores.fundaciondescubre.es/>
- Fuentes Paredes, F. D. M., Mendoza Yanavilca, R. A., Rosales Fernández, A. L., & Cisneros Tarmeño, R. A. (2010). Guía de manejo y cuidado de animales de laboratorio: ratón
- Lakhotia, S. C. (2022). Experiments with *Drosophila* for Biology Courses. Indian Academy of Sciences.
- Matuo, R., Sousa, F. G., Soares, D. G., Bonatto, D., Saffi, J., Escargueil, A. E., ... & Henriques, J. A. P. (2012). *Saccharomyces cerevisiae* as a model system to study the response to anticancer agents. *Cancer chemotherapy and pharmacology*, 70, 491-502.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (29 de mayo 2023). Estrategias STEAM del Ministerio.  
<https://www.educacionyfp.gob.es/mc/intercambia/mujeres-steam/estrategia-steam-mefp.html>



- Mirzoyan, Z., Sollazzo, M., Allocca, M., Valenza, A. M., Grifoni, D., & Bellosta, P. (2019). *Drosophila melanogaster*: A model organism to study cancer. *Frontiers in genetics*, 10, 51.
- Pang, P. P., & Meyerowitz, E. M. (1987). *Arabidopsis thaliana*: a model system for plant molecular biology. *Bio/Technology*, 5(11), 1177-1181.
- Real Decreto 53/2013, de 1 de febrero, por el que se establecen las normas básicas aplicables para la protección de los animales utilizados en experimentación y otros fines científicos, incluyendo la docencia. Boletín Oficial del Estado, 34, de 9 de febrero de 2013. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-1337>
- Stiernagle, T. (1999). *Maintenance of C. elegans*. Oxford University Press.
- Vázquez Alonso, Á., & Manassero Mas, M. A. (2009). Expectativas sobre un trabajo futuro y vocaciones científicas en estudiantes de educación secundaria. *Revista electrónica de investigación educativa*, 11(1), 1-20.
- Vita-More, N., & Barranco, D. (2015). Persistence of long-term memory in vitrified and revived *Caenorhabditis elegans*. *Rejuvenation research*, 18 (5), 458-463.

# EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LA LIMPIEZA DE UNA NAVE ESPACIAL. UNA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE PARA EL AULA DE CIENCIAS

---

JESÚS RAMÓN GIRÓN GAMBERO  
*IES Universidad Laboral (Málaga)*

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde la visión competencial de la enseñanza orientada por la nueva reforma curricular, se enfatiza una educación conducida a través de “situaciones y actividades que implican el despliegue por parte del alumnado de actuaciones asociadas a competencias clave y competencias específicas y que contribuyen a la adquisición y desarrollo de las mismas.” (Real Decreto 217/2022, p. 41574), estableciéndose entre otras, las competencias STEM (Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería) en las etapas obligatorias.

Su tratamiento en el aula requiere estrategias metodológicas y enfoques de enseñanza adecuados, como los derivados de la enseñanza basada en el contexto (Gilbert et al., 2011; Lupión-Cobos y Blanco López, 2021) brindando oportunidades de promover importantes interacciones en las aulas, desde la selección de situaciones de interés en la vida cotidiana, que dotan de significado, autenticidad y relevancia el aprendizaje para el alumnado, posibilitan su interés y motivación escenificados mediante situaciones de aprendizaje, que les permitan vivir la ciencia en contextos idénticos o análogos a aquellos que ellos tienen que confrontar en su vida, pudiendo reconocerlos como propios promoviendo su toma de posturas ante decisiones a tomar en su comportamiento ciudadano.

El estudio de los procesos científicos como la indagación, argumentación o modelización, que participan en estas situaciones, permite la

utilización y aplicación de conocimiento de distintas materias, que pueden beneficiarse de la identificación de conceptos y prácticas transversales comunes para la utilización de un enfoque integrador, como representa la educación STEM, cuyos beneficios están asociados al conocimiento compartido desde distintas disciplinas y promoción de identidades científico-tecnológicas, alfabetización científico-tecnológica, justicia social y desarrollo sostenible (Domènech, 2018).

Desarrollar la capacidad de argumentación (Jiménez Aleixandre, 2010) es una facultad que se considera imprescindible en la enseñanza de las ciencias, ya que posibilita el uso del pensamiento crítico en el alumnado haciendo que su toma de decisiones ante las situaciones que vive, esté fundamentada en el conocimiento científico y tecnológico que pueda intervenir. Ayudarle a construir explicaciones, afirmaciones o conclusiones científicas que se justifiquen en el uso de datos basados en principios científicos y apoyados con pruebas apropiadas, es una estrategia necesaria al diseñar actividades en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Bravo Torrija y Jiménez Aleixandre, 2018).

La argumentación científica ayuda al estudiante a comprender las controversias que le cuestionan las situaciones cotidianas, que si a la vez están presentes en los medios de comunicación, se conforman como cuestiones socialmente vivas (Legardez y Simonneaux, 2006) y por tanto de gran relevancia social en escenarios, con grandes interacciones mediáticas como la publicidad, servicios de comunicación, etc. Para posicionarse y emitir juicios, es necesario ayudarles a generar criterios propios basados en sus concepciones, conocimientos y educación (Osborne, 2013).

Estas cuestiones, vivas en el debate ciudadano, pueden ser formuladas como contextos de las situaciones de aprendizaje que diseñamos en el escenario educativo, permitiendo desde ellas desarrollar competencias claves y específicamente, competencias STEM, sobre cuestiones de actualidad. En su abordaje se precisa la participación de docentes reflexivos e innovadores, que elaboren y gestionen dichos procesos en el aula, implicando en su intervención una gran diversidad de capacidades docentes, asociadas entre otros aspectos, a la planificación, diseño, enseñanza y evaluación de las situaciones de aprendizaje que aplican.

Al respecto, este trabajo se centra en describir la selección de elementos didácticos y curriculares que participan en el diseño de una Situación de Aprendizaje (en adelante SdA), desde el enfoque de enseñanza basada en el contexto y la utilización de prácticas científicas asociadas a la argumentación y la indagación: la efectividad de los productos de limpieza que podrían llevarse a una hipotética misión espacial para la limpieza de los trajes. Este trabajo se presenta desde una perspectiva práctica, para que pueda ser implementado en el aula por cualquier docente del ámbito científico, aunque está pensado preferentemente para las nuevas asignaturas del currículo LOMLOE (Real Decreto 217/2022) de Cultura Científica de 4ºESO y de Ciencias Generales de 2ºBachillerato de la modalidad general.

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo son:

- Identificar las componentes didácticas seleccionadas en la SdA propuesta, para el desarrollo de competencias STEM.
- Describir el desarrollo en el aula de la SdA.
- Mostrar las percepciones de los estudiantes sobre su propio aprendizaje y las opiniones y valoraciones que tuvieron sobre la propuesta didáctica de las que fueron protagonistas

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. CONTEXTO

Esta experiencia piloto se puso en práctica en el I.E.S. Universidad de Málaga, un instituto público cuyo alumnado presenta un nivel socioeconómico medio-bajo en comparación con la media de la capital. Se realizó durante 9 sesiones de clase durante los meses de febrero y marzo del curso 2022-23 con un grupo piloto de 30 estudiantes españoles (siendo el 40 % chicos y el 60 % chicas) de 4º de ESO en la materia de Ciencias Aplicadas. La mayoría de estos alumnos tienen dificultades manifiestas para entender las ciencias, el 75 % de ellos habían repetido

al menos una vez durante su etapa escolar y se caracterizaban por su bajo rendimiento académico.

### 3.2. INSTRUMENTO DE TOMA DE DATOS

Con el objetivo de analizar las percepciones sobre su aprendizaje, las opiniones y la valoración que los estudiantes hicieron sobre la SdA, se adaptaron las preguntas de un cuestionario destinado a la valoración de juegos educativos de Franco-Mariscal, Franco-Mariscal y Salas-García (2017) (Figura 1), donde el alumnado debía indicar qué había aprendido sobre ciencia, los aspectos mejor y peor apreciados de la experiencia, una valoración de la situación de aprendizaje en una escala de 0 a 10 puntos, así como valorar cuatro cualidades de la misma (sencillez, utilidad, atracción e interés) en una escala Likert de cuatro puntos (muy poco, poco, algo, mucho).

**FIGURA 1.** Componentes didácticos de la SdA

Preguntas de respuesta corta	Pregunta de valoración
1. He aprendido...	5. Para cada una de las cualidades que se indica, valora para la SdA en la que has participado: (a) Sencillez o Muy poco o Poco o Algo o Mucho (b) Utilidad o Muy poco o Poco o Algo o Mucho (c) Atractivo o Muy poco o Poco o Algo o Mucho (d) Interés o Muy poco o Poco o Algo o Mucho
2. Lo mejor de la SdA...	
3. Lo peor de la SdA...	
4. Valora la propuesta de 0 a 10 puntos	

El cuestionario se adaptó a formato digital utilizando la herramienta “Google form” y fueron rellenados por el alumnado al finalizar la experiencia a través de sus propios teléfonos móviles.

Las respuestas de los estudiantes se analizaron de forma cualitativa y cuantitativa atendiendo a su naturaleza. Las tres primeras preguntas se analizaron de forma conjunta realizando en primer lugar un estudio cualitativo en el que se agruparon las respuestas en las distintas categorías que fueron emergiendo. Se detectaron dos categorías: “Ciencia tratada

en la SdA” y “Consideraciones no científicas”. La categoría “Ciencia tratada en la SdA” recogía alusiones a aprendizajes sobre los aspectos de química, biología o matemáticas tratadas durante la propuesta didáctica. La categoría “Consideraciones no científicas” incluyó todo tipo de respuestas que no aludían implícitamente al conocimiento científico.

Las preguntas 4 y 5 se estudiaron cuantitativamente utilizando una hoja de cálculo de acceso libre. Para la pregunta 4 se halló la media de las puntuaciones otorgadas por el alumnado al juego. Para la pregunta 5 se determinaron los porcentajes para cada cualidad de la SdA (sencillez, utilidad, atractivo e interés) en cada uno de los niveles de la escala Likert (muy poco, poco, algo, mucho) a partir de las frecuencias obtenidas en cada valoración en la escala Likert.

### 3.3. COMPONENTES DIDÁCTICOS DE LA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Los componentes didácticos de la SdA son los que se aprecian en la figura 2.

**FIGURA 2.** Componentes didácticos de la SdA

Elemento didáctico		¿Cómo limpiamos un traje espacial?
Contexto		El espacio
Problema		Elección de un producto de limpieza óptimo para llevarse en la nave espacial
Producto final		Presentación oral argumentando la decisión de llevar cierto producto químico
Saberes básicos		Disoluciones; Los microorganismos
Tareas STEM	Indagación	Medición de la población bacteriana en una muestra de tela antes y después de aplicar proceso de esterilización con un producto químico
	Modelización	Dibujo de un modelo de interacción del compuesto químico con los microorganismos
	Argumentación	Análisis de argumentos en anuncios de televisión sobre la capacidad de higienización de los productos de limpieza
	Matemáticas	Organización de datos en tablas y realización de gráficas (nº microorganismos-tiempo esterilización)
	Tecn/Digital	Manejo de instrumental de laboratorio y hojas de cálculo

### 3.4. DISEÑO Y ESTRUCTURA DE LA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Nuestro diseño de la SdA se sustenta en una secuencia estructurada en forma de tareas (figura 3) para cuyo desarrollo se siguieron las etapas que se describen a continuación:

- En el punto de partida del diseño se determina cuál será el problema o la pregunta que el estudiante debe resolver, según el contexto elegido. En este caso, determinar qué producto de limpieza sería adecuado llevarse al espacio para utilizarlo en la limpieza de un traje espacial.
- Se revisan y toman los elementos del currículo más adecuados para la resolución del problema. Esta propuesta propone un enfoque interdisciplinar entre biología y física y química (los conocimientos curriculares de cultura científica y ciencias generales van en esta línea) ya que se abordan saberes y competencias de microorganismos y disoluciones.
- Se determinan los aspectos de la propuesta de enseñanza que van a ser evaluados y qué instrumentos servirán para la toma de evidencias. En nuestro caso, los instrumentos de evaluación fueron dos: las tareas realizadas, recogidas en el cuaderno del alumno y la exposición pública de un póster científico.
- Se concreta la transposición didáctica que consta de tres partes: El lanzamiento, que ha de ser llamativo y motivador para el alumnado. El desarrollo, consistente en una serie de tareas que, de forma globalizada, y siguiendo el enfoque indagativo y argumentativo, conducen a la solución del problema (véase tabla 2). Por último, la difusión, donde los alumnos comparten la solución al problema o respuesta a la pregunta planteada con sus compañeros. El montante de sesiones asciende a 10 sesiones de 1 hora.

**FIGURA 3.** Estructura de la Situación de Aprendizaje

Tareas		Nº Sesiones	Saberes básicos/Competencias
1	Limpieza y desinfección	2	Los microorganismos Estructura de las sustancias químicas
2	La higiene en el espacio	2	Diferencias entre procesos físicos y químicos
3	Higienización de un traje espacial	2	Los microorganismos Análisis de datos comerciales Interpretación de gráficas Interpolación de datos científicos
4	Experimentos de eficacia de disoluciones de productos químicos	3	Disoluciones Los microorganismos
	Análisis de los datos y conclusiones		
5	Exposición de póster	1	Conjunto de las anteriores.

La secuencia didáctica tiene una primera parte de acercamiento al problema, a través de las tareas 1, 2 y 3, donde el alumnado conoce aspectos científicos de los tres ejes vertebradores para construir el conocimiento: Los productos químicos que se usan más habitualmente para la limpieza y desinfección, los microorganismos y el contexto del espacio. En la tarea 4, se realizan los experimentos encaminados a probar la eficacia de los distintos productos químicos como método de desinfección. Se recogen datos, para permitirles concluir, en la tarea 5, a través de la presentación de un póster, la elección del producto químico basándose en la efectividad producida.

### 3.5. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DE LAS TAREAS EN EL AULA

A continuación, se describe la secuencia de tareas de aula, concretando las actividades realizadas en cada una de ellas y que permitieron guiar el aprendizaje del alumnado.



### TAREA 1. Limpieza y desinfección

La primera tarea consiste en comprender cuál es la diferencia entre limpieza y desinfección. Para ello se realizan tres actividades:

- Actividad 1. Se hace en clase la lectura de 4 textos (Henkel, 2020; Lavín, 2022; Ramírez, 2022; Valenzuela, 2011). Para ayudar al alumnado a extraer las ideas, ordenarlas y analizarlas, han de rellenar la tabla que se muestra (figura 4).

**FIGURA 4.** Actividad 1 de extracción y análisis de ideas sobre los textos

Producto químico	¿Cuál es el componente o la propiedad por la que se usa?	¿Sobre qué cosa o elemento de los objetos actúa?	¿Cómo es este proceso?
xxx			

Razona qué diferencia hay entre limpieza y desinfección

- Actividad 2. Se visualizan en clase 4 anuncios televisivos de productos de limpieza: “Don Limpio” ®, “Lavavajillas Mistol” ®, “Amukina verduras” ® y “Sanitol gel hidroalcohólico” ®. Posteriormente han de responder a la pregunta: ¿Qué pretende limpiar cada producto anterior? ¿Cuál limpia y cuál desinfecta?
- Actividad 3. El alumnado ha de investigar en casa, a través de internet, cuáles son las sustancias químicas más utilizadas para la desinfección de materiales y superficies, alimentos y partes del cuerpo humano. Para ayudar al alumnado a extraer las ideas, ordenarlas y analizarlas, han de rellenar la tabla que se muestra (figura 5).

**FIGURA 5.** Actividad 3 de investigación en internet sobre sustancias químicas más utilizadas para la limpieza y desinfección.

Producto químico usado para desinfectar	Materiales y superficies	Alimentos	Cuerpo humano
xxx			

## TAREA 2. LA HIGIENE EN EL ESPACIO

Tras conocer cómo se produce la limpieza en la tierra se pretende conocer cómo se limpia en el espacio, concretamente en la Estación Espacial Internacional.

- Actividad 4. Se realiza la lectura de una noticia donde se relatan las prácticas de limpieza y desinfección que se siguen en dicha estación, sin diferenciar entre ellas (Kardoudi, 2021). Para comprender el proceso y diferenciar entre procesos físicos y químicos, el alumnado completa la tabla (figura 6).

**FIGURA 6.** Extracción de ideas de la actividad 4. La higiene en el espacio.

Zonas de la estación	¿Qué elemento es el que se quiere eliminar?	Proceso seguido (Físico o Químico)	Producto químico usado (en su caso)
Rejillas de ventilación			
Superficies de uso habitual			
Baño y zonas de comidas			

Tras la lectura de esta noticia ¿Qué cosas son importantes eliminar en la limpieza de un traje espacial?

## TAREA 3. HIGIENIZACIÓN DE UN TRAJE ESPACIAL

Se introduce en el aula el término higienización para referirse al proceso mediante el cual se puede limpiar y desinfectar de una vez. Parece lógico que los trajes espaciales sigan este proceso pues tan importante es mantenerlos limpios de suciedad como con carga microbiana baja. En las

actividades que se desarrollan a continuación se profundiza en el proceso de desinfección, qué productos se pueden encontrar en un lineal de supermercado y cómo seleccionar, a partir de información comercial o científica, el más adecuado para el propósito final.

- Actividad 5. Se hace una visita virtual a la página de un hipermercado y se pide al alumnado que seleccione 5 productos desinfectantes, indicando cuál es el principio activo que los convierte en desinfectantes. Una vez realizada la actividad, se pide que elijan uno para la limpieza del traje espacial. El objetivo es que, tras una puesta en común de las ideas, lleguen a la conclusión de que no disponen aún de criterio para tomar esta decisión.

Tras seleccionar los productos, se le pregunta al alumnado cuál es la manera que se tiene para poder saber si los productos de los que se dispone son adecuados para el uso que se les quiere dar. En la vida cotidiana se tienen dos opciones: a) consultar la etiqueta; b) consultar estudios de internet.

- Actividad 6. Consulta de la etiqueta de productos comerciales. Para ello, el alumnado toma los 5 productos desinfectantes seleccionados y se tiene que fijar en tres aspectos: las manifestaciones del fabricante, los componentes y el principio activo y la concentración que tiene (en su caso). Posteriormente se realiza una puesta en común.
- Actividad 7. Consulta de estudios de internet. En la red se pueden encontrar diversas formas de presentar la información relativa a la eficacia de los productos de limpieza, dependiendo del perfil de consumidor o su destino. La más habitual usada por las marcas comerciales del hogar, se basan en infografías o imágenes no científicas, mientras que los datos sobre la eficacia de productos químicos usados en industria (alimentaria, farmacéutica, etc...) se presentan en forma de tablas de datos o gráficas de diverso tipo. Actividad 7A. En primer lugar, se presentan las infografías comerciales y mediante un análisis grupal se concluye que, si bien se entiende la información fácilmente, no sigue los estándares establecidos por la ciencia, la

escala de valores establecida no tiene significado real y que precisamente por ello, podrían ser manipuladas ya carecen de valor científico (figura 7).

**FIGURA 7.** Infografía comercial para determinar la eficacia de productos desinfectantes del hogar.

## ¿QUÉ DESINFECTANTE ELIJO EN FUNCIÓN DE SU COMPOSICIÓN?



	DERIVADOS CLORADOS	DERIVADOS AMONIACALES	DERIVADOS ALCOHÓLICOS	ÓXIGENO ACTIVO	DERIVADOS ALDEHÍDOS	ÁCIDO PERACÉTICO
<b>Toxicidad</b> Según la cantidad de partículas tóxicas liberadas en el ambiente.	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
<b>Apto para todas las superficies</b> No produce manchas ni en las superficies ni en los que se aplica.	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
<b>Capacidad bactericida (*)</b> Eficaz contra las bacterias (tanto gram+) como gram-).	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
<b>Capacidad fungicida</b> Eficaz contra hongos y esporas.	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
<b>Capacidad viricida (**)</b> Eficaz contra virus.	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
<b>Eficaz contra las esporas</b> Eficaz contra las esporas producidas por algunas bacterias.	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
<b>Eficaz contra los biofilms (***)</b> Eficaz contra biofilms (una película que se adhiere a las superficies y protege a las bacterias de los desinfectantes).	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○

(\*) Los derivados amoniacales son más efectivos en bacterias grampositivas, mientras que para bacterias gramnegativas se utilizan derivados

(\*\*) Indicado el tratamiento SARS-CoV-2, causante de la Covid-19.

(\*\*\*) Para el tratamiento de biofilms se recomienda una limpieza previa con detergentes enzimáticos.

Fuente: Papelmatic.com

Actividad 7B. En segundo lugar, se presenta una tabla de datos y una gráfica extraída de un estudio científico (Díaz-Enríquez et. al., 2017) que evalúa la capacidad desinfectante de ciertos productos químicos en un entorno farmacéutico (figuras 8 y 9). El alumnado tiene que responder a dos preguntas sobre cada una de las figuras. Sobre la figura 8, ¿Qué microorganismo reduce más su población en cada tipo de superficie?, sobre la figura 9, ¿En qué porcentaje se redujeron cada una de las poblaciones de microorganismos?

**FIGURA 8.** Tabla de datos sobre la eficacia de un desinfectante usado en industria farmacéutica.

**Tabla 2.** Actividad bactericida de los desinfectantes Surfánios, Bacteranios SF y Aniosurf Premium.

Desinfectante Reducción logarítmica/ microorganismo	Surfánios Superficie				Bacteranios SF Superficie				Aniosurf Premium Superficie			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Staphylococcus aureus</i>	3,4	3,2	3,3	3	4	3,9	4,3	4	4,2	4,3	4,1	3,9
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3,9	4,2	3,8	4	3,5	3	3,4	3,2	5,1	5,1	4,6	4,9
<i>Escherichia coli</i>	3,6	3,6	3,7	3,7	5	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,2
<i>Micrococcus sedentarius</i>	5,2	4,3	5,3	5,3	4	4	4	4,1	4,1	3,8	3,8	3,4
<i>Staphylococcus hominis</i>	4,1	4	4	4	4,7	4,6	4,5	4,5	4,0	4,0	3,9	3,9

Superficies: A: Acero inoxidable, B: Panel, C: Piso D: Cristal

Fuente: Díaz-Enríquez et. al., 2017

**FIGURA 9.** Gráfica sobre la eficacia de un desinfectante usado en industria farmacéutica

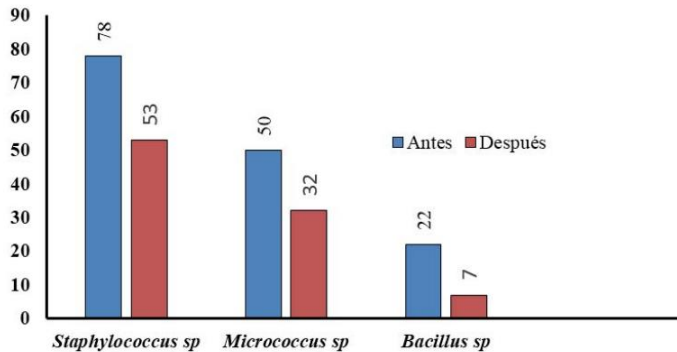


Fig. 2. Cepas aisladas antes y después del uso de los desinfectantes.

Fuente: Díaz-Enríquez et. al., 2017

#### TAREA 4. EXPERIMENTOS SOBRE LA EFICACIA DE DISOLUCIONES DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Se pretende probar la eficacia de varios productos desinfectantes. Para ello, se tomarán muestras microbiológicas de un tejido que simula el de un traje espacial (figura 10) antes y después de la aplicación de la disolución del producto químico.

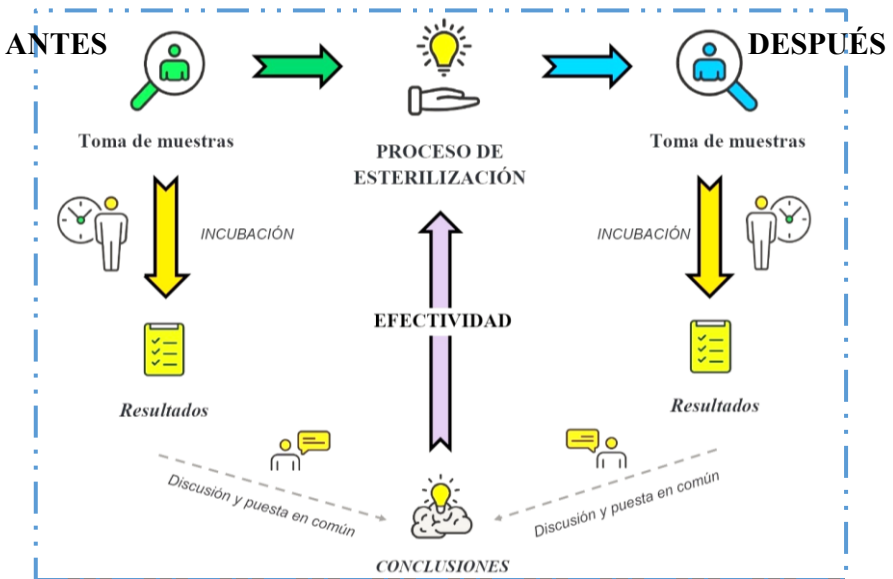
**FIGURA 10.** Alumna tomando muestras del tejido que simula ser de traje espacial



Fuente: Imágenes de la investigación

El esquema de trabajo que se sigue para probar la eficacia puede verse en la figura 11.

**FIGURA 11.** Esquema de trabajo para probar eficacia de los productos químicos comerciales



Fuente: Elaboración propia

- Actividad 8. Se divide la clase en grupos cooperativos (4 personas) y cada grupo realiza disoluciones de distintas concentraciones de los 5 productos químicos comerciales seleccionados en la actividad 5. Una vez realizada las 5 disoluciones se sigue la misma metodología de trabajo para todas las muestras de productos químicos para los que se quiere evaluar su capacidad de desinfección:
1. Presentar la muestra de tejido: superficie de 25 cm<sup>2</sup> (superficie cuadrada de 5 cm x 5 cm). Esta será dada por el docente para garantizar que sea la misma para todos.
  2. Lavarse las manos con gel hidroalcohólico al 70%.
  3. Tomar muestra de microorganismos de la superficie antes de aplicar el proceso de desinfección. La muestra se toma con un bastoncillo de oídos mojado en solución salina al 1%.
  4. Sembrar en placa con medio de cultivo. Siguiendo el método que explique el docente.
  5. Aplicación del producto químico: pulverizar 2 ml sobre la superficie, dejar secar durante 5 minutos.
  6. Tomar muestra de microorganismos de la superficie después de aplicar el proceso de desinfección. La muestra se toma con un bastoncillo de oídos mojado en solución salina al 1%.
  7. Sembrar en placa con medio de cultivo. Siguiendo el método que explique el docente.
  8. Incubar los microorganismos durante 48 h a 37°C
  9. Analizar el crecimiento de microorganismos, comparando el crecimiento antes y después de aplicar el producto químico (figura 12).
  10. Rellenar tabla y discutir los resultados  
La comparación de ambas discusiones y, por tanto, de la carga microbiana en ambas experiencias es lo que permite al grupo pasar al último paso:
  11. Conclusiones. Para valorar la efectividad del proceso químico realizado

**FIGURA 12.** Tabla de análisis de datos para estimar el crecimiento microbiano

Producto aplicado	Carga microbiana antes			Carga microbiana después		
	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
1						
2						
...						

La actividad concluye con el estudio de los datos y la extracción de conclusiones en el seno del grupo. Estas conclusiones serán plasmadas en el póster científico.

#### TAREA 5. EXPOSICIÓN DE PÓSTER

Por último, el alumnado tiene que elaborar un póster científico, recogiendo todo el proceso experimental. Además, tiene que presentarlo en una exposición ante los compañeros que concluye respondiendo de forma argumentada a la pregunta: ¿Qué producto elegimos para llevarnos al espacio?

#### 4. RESULTADOS

El análisis de las respuestas de los estudiantes que se realiza a continuación puede ayudar a ilustrar las percepciones generales sobre la SdA en la que participaron. La figura 13 presenta los resultados de las categorías identificadas en las preguntas 1, 2 y 3 incluyendo ejemplos de respuestas del alumnado.

**FIGURA 13.** Resultados de las categorías identificadas en las preguntas 1, 2 y 3

Pregunta	Categorías identificadas	Frecuencia	Ejemplos
1.He aprendido...	Ciencia tratada en la SdA	21	<ul style="list-style-type: none"> <li>• He aprendido cómo limpian los productos de limpieza</li> <li>• He aprendido cómo crecen las bacterias.</li> </ul>
	Consideraciones no científicas	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A trabajar en equipo.</li> </ul>



2. Lo mejor de la SdA	Ciencia tratada en la SdA	24	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendes ciencia de una manera más dinámica</li> <li>• Ver las placas de microorganismos</li> </ul>
	Consideraciones no científicas	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• He aprendido cómo viven en la estación espacial.</li> </ul>
3. Lo peor de la SdA	Ciencia tratada en la SdA	19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer las disoluciones porque era muy difícil</li> </ul>
	Consideraciones no científicas	11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A coger el ritmo de la clase porque todo eran cosas nuevas que nunca habíamos hecho</li> </ul>

Fuente: Datos de la investigación

En líneas generales, estas percepciones se consideran positivas en lo que respecta al uso de situaciones de aprendizaje para la enseñanza de las ciencias, debido al elevado número de respuestas sobre aprendizajes producidos y sobre lo mejor de la experiencia que incluyen de alguna manera los conocimientos científicos que forman parte de la SdA. Dichas percepciones se ven apoyadas con la puntuación media otorgada a la propuesta didáctica (pregunta 4) que fue de 7,78 puntos.

Por su parte, la figura 14 recoge los porcentajes de respuestas referentes a la valoración de las distintas cualidades apreciadas en la SdA (pregunta 5).

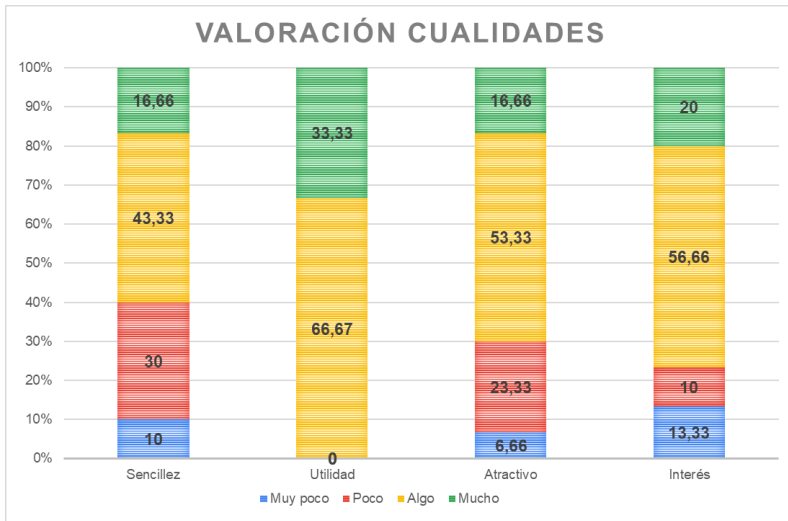
**FIGURA 14.** Resultados porcentuales de la pregunta 5

	Sencillez (%)	Utilidad (%)	Atractivo (%)	Interés (%)
Muy poco	10,00	0,00	6,66	13,33
Poco	30,00	0,00	23,33	10,00
Algo	43,33	66,67	53,33	56,66
Mucho	16,66	33,33	16,66	20,00

Fuente: Datos de la investigación

Como puede apreciarse, la SdA fue bien recibida por los estudiantes que participaron, puesto que valoraron su utilidad y atractivo en las categorías “algo” y “mucho” en todos los casos.

**FIGURA 15.** Valoración gráfica de las cualidades de la SdA



Fuente: Datos de la investigación

La sencillez y el interés también fueron valorados favorablemente, aunque la parte central se encuentra entre “Poco” y “Algo”, lo que viene a confirmar las dificultades expresadas en torno al trabajo de aula realizado (figura 15).

## 5. CONCLUSIONES

La situación de aprendizaje mostrada, articulada en el nuevo escenario curricular, se ha diseñado para promover las competencias clave del alumnado y específicamente competencias del ámbito STEM. La utilización de enfoques de enseñanza en contexto y el uso de prácticas científicas diversas (indagación, modelización o argumentación) mediante una estructura equivalente, integrada por tres componentes didácticas (contexto, problema y producto final), ha permitido el abordaje de una situación problematizada, interesante para el alumnado de Ed. Secundaria y Bachillerato. La propuesta didáctica parece que ha producido aprendizaje en el alumnado y ha resultado interesante, si atendemos a las percepciones de los mismos, tal y como puede verse en las valoraciones realizadas sobre la experiencia. Por último, las tareas propuestas acercan al alumnado los saberes básicos del currículo de materias de

ciencias que contemplen conocimientos de química y biología de una manera atractiva y utilitaria.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i «Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias», referencia PID2019-105765GA-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033. El estudio se realizó de acuerdo con el protocolo aprobado por el Comité Ético de Experimentación de la Universidad de Málaga (CEUMA) referencia 31-2022-H

## 7. REFERENCIAS

- Bravo-Torija, B. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2018). Developing an initial learning progression for the use of evidence in decision-making contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 619-638.
- Díaz-Enriquez, E., Mayo-Abad, O., Miró-Frutos, I., Pérez-Gutiérrez, Y., & Tsoraeva, A. (2017). Determinación de la eficacia de los desinfectantes empleados en las áreas asépticas de un centro productor de biofarmacéuticos. *VacciMonitor*, 26(2), 54-59.]  
<http://scielo.sld.cu/pdf/vac/v26n2/vac02217.pdf>
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42.
- Franco-Mariscal, A. J., Franco-Mariscal, R. y Salas-García, G. (2017). El tren orbital: un juego educativo basado en una analogía para aprender la configuración electrónica en secundaria. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 1(2).
- Gilbert, J., A. Bulte, and A. Pilot. 2011. "Concept Development and Transfer in Context-based Science Education". *International Journal of Science Education* 33 (11): 817-837. doi:10.1080/09500693.2010.493185
- Henkel (2020, 9 de junio). Lejía: cómo usarla correctamente para aprovechar al máximo su capacidad de desinfección. Nota de prensa en Henkel.es.  
<https://bit.ly/3VyYB55>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). 10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas (Vol. 12). Graó.

- Kardoudi, O. (2021, 8 de mayo). Cómo los astronautas luchan contra la porquería espacial. El Confidencial. [bit.ly/3nxEFTt](https://bit.ly/3nxEFTt)
- Lavín, I. (2022, 16 de marzo). Vinagre de limpieza: descubre todos sus usos para el hogar. 10 aplicaciones muy eficaces. Revista HOLA. <https://bit.ly/3LxO5GD>
- Legardez, A. y Simonneaux, L. (2006). L'école à l'épreuve de l'actualité. Issy-les-Moulineaux: ESF, 110.
- Lupión Cobos, T. y Blanco López, A. (2021). La enseñanza de las ciencias basada en el contexto: visión del profesorado. En D. Cebrián-Robles, A.J. Franco-Mariscal, T. Lupión-Cobos, C. Acebal-Expósito y A. Blanco-López (Coords.). Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía Transferencia al aula, 365-380. Graó.
- Osborne, J. (2013). The 21st century challenge for science education: Assessing scientific reasoning. Thinking skills and creativity, 10, 265-279.
- Ramírez, A. (2022, 28 de marzo). La bebida que desconocías y que es perfecta para limpiar todo tipo de cristales. La Opinión de Murcia. <https://bit.ly/3LUCanx>
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (2022) <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217/con>
- Valenzuela, A. (2011, 20 de septiembre). Las moléculas tensoactivas y el secreto del jabón. Rtve. <https://bit.ly/3VtZcot>

# ENFRIANDO BEBIDAS, CALENTANDO IDEAS: ESTUDIO DE LA PERCEPCIÓN DE DOCENTES DE QUÍMICA EN FORMACIÓN INICIAL SOBRE UNA ACTIVIDAD ABP CON ENFOQUE STEM

---

GREGORIO JIMÉNEZ VALVERDE

MIREIA ESPARZA PAGÈS

GENINA CALAFELL I SUBIRÀ

CARLOS HERAS PANIAGUA

*Grupo de Innovación Docente Consolidado EduCiTS*

*Grupo de Investigación EMA*

*(Entornos y Materiales para el Aprendizaje)*

*Universitat de Barcelona*

## 1. INTRODUCCIÓN

En la senda del desarrollo sostenible y el progreso socioeconómico y cultural, la educación de calidad surge como un pilar fundamental. De manera destacada, la ciencia y más concretamente, la química, toma protagonismo en este escenario a través de metodologías pedagógicas como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Con estas metodologías, buscamos no sólo sembrar los contenidos científicos en terrenos más fértiles, sino también fomentar el crecimiento de habilidades y competencias transversales, esenciales para la vida y el trabajo en el siglo XXI.

Así pues, la enseñanza de las ciencias se enfrenta a desafíos significativos y a oportunidades. La sociedad del conocimiento, caracterizada por la interconexión global y la rapidez del cambio, requiere de ciudadanos dotados de competencias científicas y transversales que puedan encarar la complejidad y diversidad de la realidad con una actitud crítica, reflexiva y proactiva. Aquí es donde la formación inicial de los profesores de química de secundaria se alza como una torre, pues la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en las futuras generaciones depende, en gran medida, de su sólida construcción.

En efecto, la formación inicial de los profesores de química de secundaria que tenga en cuenta estos enfoques puede contribuir a la mejora de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, al preparar a los futuros docentes para implementar prácticas pedagógicas más innovadoras, efectivas e inclusivas en sus aulas, alineándonos con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4, ya que el fortalecimiento de la formación inicial de los profesores de química promoverán la promoción de enfoques pedagógicos que favorezcan una educación científica de calidad para todos.

El ABP se presenta como una metodología pedagógica que responde de manera adecuada a las demandas de la sociedad del conocimiento. En el ABP, los estudiantes se enfrentan a problemas abiertos y complejos, enraizados en contextos reales, que deben resolver aplicando conocimientos y habilidades científicas (Guo et al., 2020). Este enfoque, al situar al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje y al docente en un papel de facilitador, promueve un aprendizaje significativo, contextualizado y autónomo, al tiempo que favorece el desarrollo de competencias transversales, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la toma de decisiones o el trabajo en equipo.

Por otra parte, el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) es otra de las respuestas educativas ante la sociedad del conocimiento. Este enfoque se caracteriza por la integración de las disciplinas científicas, tecnológicas, de ingeniería y matemáticas en proyectos de aprendizaje que favorece una visión interdisciplinaria de la ciencia, más acorde con su naturaleza y con la resolución de los problemas complejos de la sociedad actual (Li et al., 2020). En este contexto, la indagación guiada emerge como una estrategia complementaria al enfoque STEM, promoviendo la participación activa de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento (Safitri e Iryani, 2021). A través de la realización de investigaciones para responder preguntas, utilizando habilidades científicas como la observación, la experimentación, la interpretación de datos, el razonamiento y la comunicación de resultados, la indagación guiada proporciona una experiencia auténtica de la ciencia. De este modo, se fomenta una comprensión más profunda de la

ciencia y se promueve la construcción de un aprendizaje científico más profundo y duradero.

En este marco, la presente investigación busca explorar las percepciones de los docentes de química en formación inicial sobre una actividad STEM formulada como un problema de termodinámica química y desarrollada en forma de indagación guiada, con el objetivo de identificar las potencialidades y desafíos de estos enfoques pedagógicos en el desarrollo de habilidades científicas y competencias transversales, en la promoción de una visión adecuada de la ciencia y en la promoción de un aprendizaje significativo y contextualizado.

La formación inicial del profesorado de secundaria es un escenario privilegiado para la implementación de estos enfoques pedagógicos innovadores (Jiménez, 1995), no solo por su potencial impacto en la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de la química en las futuras generaciones, sino también por la oportunidad que supone para la formación de los futuros docentes en estas metodologías. De hecho, la presente investigación se contextualiza en la confluencia de estos enfoques pedagógicos innovadores, con el objetivo de contribuir a la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de la química y, en consecuencia, a la formación de ciudadanos más competentes y comprometidos con los retos de la sociedad del conocimiento.

El marco teórico de la investigación se sustenta en la concepción constructivista del aprendizaje, que entiende este proceso como la construcción activa del conocimiento por parte del estudiante, a partir de sus conocimientos previos y su interacción con el entorno (Bodner, 1986). A su vez, se asume la concepción de la enseñanza como un proceso de facilitación del aprendizaje, donde el docente crea las condiciones adecuadas para que los estudiantes puedan construir su propio conocimiento.

En definitiva, esta investigación pretende arrojar luz sobre las potencialidades y desafíos de la implementación de actividades STEM formuladas como problemas en la formación inicial de los profesores de química de secundaria, a través del análisis de las percepciones de los propios estudiantes. De este modo, se espera contribuir a la mejora de las

prácticas de enseñanza y aprendizaje en este campo y a la formación de docentes más competentes y comprometidos con la enseñanza de las ciencias en el siglo XXI.

## 2. OBJETIVOS

Este estudio se propone alcanzar los siguientes objetivos:

- Investigar las percepciones de los futuros docentes de química de secundaria sobre el uso del ABP en las actividades STEM.
- Examinar cómo el ABP en el contexto de las actividades STEM contribuye al desarrollo de habilidades científicas y competencias transversales en docentes de química en formación inicial.
- Explorar cómo los docentes en formación inicial perciben el papel del docente en el contexto de PBL en las actividades STEM

Las preguntas de investigación que orientan este estudio son las siguientes:

- ¿Cómo influye la implementación del ABP en la percepción de los futuros docentes de química de secundaria sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en el contexto STEM?
- ¿En qué medida el ABP dentro de las actividades STEM ayuda a los docentes de química en formación inicial a desarrollar habilidades científicas y competencias transversales?
- ¿Cómo perciben los docentes en formación inicial el papel del docente en el contexto de ABP dentro de las actividades STEM?

## 3. METODOLOGIA

La metodología de este estudio se sustenta en la estrategia del estudio de caso, una elección basada en la propuesta teórica de Verschuren (2003). La selección de esta estrategia metodológica se realizó con el propósito de proporcionar una visión integral y detallada de las



experiencias de los futuros docentes de química participantes en el estudio. La premisa principal del estudio de caso es ofrecer una imagen multidimensional de un fenómeno en su contexto natural, y este diseño permite una exploración a profundidad de las vivencias de los participantes, permitiendo un acercamiento a sus realidades personales y profesionales.

La muestra seleccionada para el estudio consta de 29 estudiantes del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria de la Universitat de Barcelona, especialidad de Física y Química. Estos docentes en formación inicial, cuyas edades oscilan entre los 23 y los 43 años, pertenecen al único grupo de la asignatura Didáctica de la Química. Entre ellos, se encontraban 14 mujeres y 15 hombres. Esta muestra se considera de conveniencia, seleccionada en base a su accesibilidad y proximidad.

Este estudio adopta un enfoque cualitativo descriptivo (Merriam, 1998), facilitando una comprensión más profunda y personalizada de la experiencia de aprendizaje de los participantes y su percepción sobre el papel del docente. Para abordar estas cuestiones, se ha optado por analizar las reflexiones que los estudiantes han registrado en sus portafolios digitales, un instrumento que permite recoger datos ricos y variados y que, al estar directamente vinculado con la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, ofrece un valioso testimonio de sus vivencias, ideas, sentimientos y descubrimientos.

El análisis de los datos recogidos se ha realizado a través de un enfoque de análisis de contenido (Marradi et al., 2007), una técnica que permite identificar y codificar los temas y patrones presentes en los textos, agrupándolos en categorías y subcategorías emergentes. Esta metodología facilita una interpretación fiel y rigurosa del contenido de los portafolios, permitiendo la identificación de conexiones y relaciones significativas entre las diferentes categorías y subcategorías, y proporcionando un mapa conceptual detallado de las experiencias y percepciones de los estudiantes.

En el proceso de análisis se ha realizado una interpretación profunda y contextualizada de los hallazgos. Se ha buscado, en todo momento, la comprensión del significado que los estudiantes otorgan a sus

experiencias y percepciones, siempre desde una perspectiva que respete su particular visión de la realidad, su aprendizaje y sus expectativas como futuros docentes de química.

### 3.1. IMPLEMENTACIÓN

El estudio aquí presente se basa en una actividad titulada “Una bebida fresquita, por favor”. Esta actividad se encuentra enmarcada dentro de la gamificación estructural de la asignatura, lo que significa que, desde el año académico 2022-23, las actividades de la asignatura se han enriquecido con una narrativa en consonancia con una historia en la que los estudiantes, transformados en héroes y guerreros y agrupados en equipos de cuatro miembros, han de superar una serie de desafíos en el mundo ficticio de los Reinos de la Didáctica de la Materia, la Energía y la Interacción. El objetivo final de esta narrativa es acumular puntos de experiencia (XP) para derrotar al tirano del Reino de Interacción, que ha invadido el resto de los reinos, y restaurar la paz, el orden y la sostenibilidad en estas tierras.

En el presente caso, la narrativa lleva a los participantes a la comarca de Norgard, en el Reino de la Energía, donde las temperaturas son abrasadoras. El gobernador de la comarca les ha convocado a su castillo para presentarles el desafío a superar y las condiciones del mismo.

“¡Saludos, honorables sabios! No perderemos tiempo en fruslerías, pues la situación demanda urgencia. Nuestras valientes huestes están mer-mándose en los combates contra las fuerzas de la oscuridad. ¿La causa? Las bebidas que llevan en sus corceles arden como el sol del desierto, y no les brindan el alivio necesario para reavivar sus energías. El escenario de nuestro conflicto se halla distante de cumbres nevadas o ríos de agua helada. Si seguimos por este sendero, el destino de la batalla penderá en favor del enemigo”.

"Vuestra reputación como maestros de la química ha cruzado reinos y fronteras, desde las tierras de la Didáctica hasta las profundidades del reino de la Materia. Imploro vuestra ayuda... Nuestros alquimistas están versados en las reacciones que emanan calor, como el surgido al fusionar vitriolo con sosa cáustica, pero también hemos atestiguado que ciertos procesos y reacciones, en un revés sorprendente, absorben y eliminan el calor. Hemos recurrido a jarros, forjados en la ancestral Villa Botijo, pero su eficacia resulta insuficiente para refrescar los brebajes tanto como anhelamos. Requerimos que, utilizando vuestra maestría en

termodinámica química, ideéis algún ingenio, mecanismo o artefacto de sencillo manejo que, con seguridad para el guerrero y el entorno, pueda reducir en 4°C la temperatura de la bebida en menos de 5 minutos".

"Sé que, en vuestros círculos, además de maestros en el arte químico, hay sabios en otras áreas del conocimiento, como físicos, ingenieros y matemáticos... lo que nosotros llamamos círculos STEM. Será imperativo unir los saberes y habilidades de todos para trazar una solución tecnológica y científica a este dilema. Podéis utilizar los recursos a la vista aquí o en las moradas cercanas, sé que no es mucho, pero no podemos despilfarrar nuestro oro, por tanto, debéis asegurar que su creación sea poco costosa. Contáis con vasos, balanzas, cucharas, tijeras, chinchetas, cuchillos, palos, tapas, globos, velas, pegamento, gomas, variados tejidos... Además, os presento las cantimploras de nuestros guerreros". Os entrega unos recipientes metálicos de diferentes dimensiones. "¡Estos son los objetos que debéis enfriar de manera instantánea! Realizad los ensayos con 50 mL de bebida, así evitaremos su derroche. Y utilizad las cantidades mínimas de cualquier reactivo... ¡nuestros recursos no son infinitos!".

Uno de los geólogos de tu grupo te alerta que habéis pasado por una región rica en silvina. Además, en la armería deben tener los ingredientes para fabricar amatol. Bajáis a las cocinas del castillo y ves ácido cítrico, que añaden a los alimentos como conservante y antioxidante, vinagre, sal común y nahcolita. En el establo hay una montaña de sal amoniacal, preparada a partir de los excrementos y la orina de los camellos".

Este desafío del ABP requiere la movilización de conocimientos y destrezas de las cuatro disciplinas STEM. En ciencia, se abordan conceptos de química como entalpías de disolución y la ley de Hess, así como de física (intercambio de calor) y geología (minerales). Desde la perspectiva de la tecnología, los participantes utilizan sensores digitales de temperatura (Vernier). En cuanto a ingeniería, deben diseñar físicamente un dispositivo o mecanismo que, a petición del usuario, produzca la disminución de temperatura requerida en la bebida, tomando en cuenta aspectos de seguridad y respeto medioambiental. Finalmente, en el área de las matemáticas, deben realizar cálculos para convertir gramos a moles, aplicar la ley de Hess, calcular la cantidad de calor cedido o absorbido, entre otros.

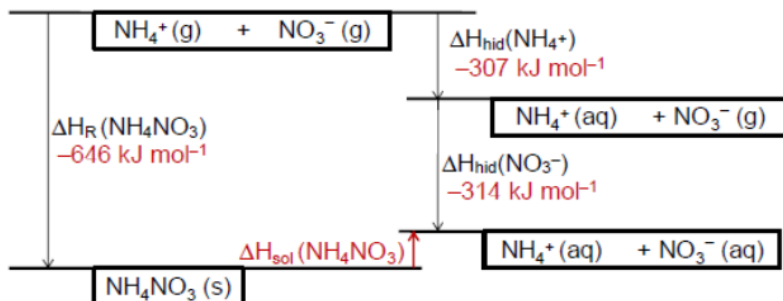
Se les informa que superar exitosamente el desafío les reportará hasta 100 XP, pero que pueden solicitar ayudas, en forma de pistas, a cambio de puntos de experiencia. No se facilita ninguna información adicional

a los estudiantes al inicio, por lo que inician la discusión en sus grupos sobre cómo abordar el problema.

En este momento, se ponen a disposición de los grupos tres pistas: la primera revela las sustancias químicas ocultas tras la silvina, el amatol, la nahcolita o la sal amoniaca. La segunda explica el funcionamiento detallado de las bebidas autocalentables para que puedan diseñar un sistema similar, pero en sentido inverso. En estas bebidas, se genera calor cuando se rompe una membrana de agua que la separa de una sal con una entalpía de disolución negativa, calentando la bebida a través de transferencia de calor por conducción. La tercera pista ofrece indicaciones para seleccionar correctamente la sal que disolverán en agua para provocar la bajada de temperatura de la bebida, con consideraciones acerca de la solubilidad, el coste o la peligrosidad de las sustancias.

En el punto de la actividad en el que los grupos tienen una comprensión clara del mecanismo de enfriamiento de la bebida y consideran un número limitado de sustancias aptas para enfriar la bebida, el docente proporciona a todos los grupos los valores de la entalpía reticular (o energía de red) del cloruro de amonio, del nitrato de potasio y del cloruro de potasio, así como las entalpías de hidratación de los iones que los componen. Estos valores de las diferentes entalpías se ofrecen a los estudiantes para prevenir que busquen en Internet el valor directo de la entalpía de disolución de la sal y para que deban calcularlo aplicando la ley de Hess. De hecho, una nueva pista disponible consiste en cómo aplicar la ley de Hess para calcular la entalpía de disolución del nitrato de amonio, a partir de la entalpía de la energía reticular (o energía de red) de la sal y de las entalpías de ionización de los iones que la forman. (figura 1).

**FIGURA 1.** Esquema para calcular la entalpía de disolución del nitrato de amonio a partir de su energía reticular y las entalpías de hidratación del ion amonio y del ion nitrato (ley de Hess" (Fuente: <https://edu.rsc.org/download?ac=12895>)



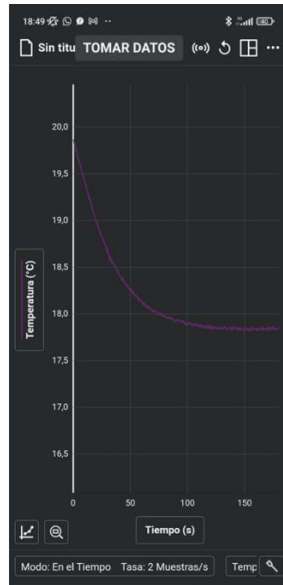
Una vez seleccionada la sal y calculado el valor de su entalpía de disolución, los estudiantes proceden a realizar los cálculos correspondientes, considerando que el calor que absorbe la disolución de la sal en agua es igual, en valor absoluto, al calor que cede la bebida que se pretende enfriar. Estos cálculos también influirán en el diseño del dispositivo porque, por ejemplo, la cantidad de agua en la que se disolverá la sal seleccionada (y la masa de esta sal) limitarán el tipo de artilugio que puedan crear.

La mayoría de los grupos contempló un sistema en el que la lata que había que enfriar (con 50 mL de líquido en su interior) se introduciría en una lata de mayor tamaño en la que se habría dispuesto una determinada cantidad de la sal y un globo con la cantidad de agua que disolviera dicha sal. Si a la lata de la bebida se le pega una chincheta en su base, la presión de la lata contra el globo provocaría su ruptura, liberando el agua y disolviendo la sal (figura 2). El proceso endotérmico de disolución de esta sal provocaría la cesión de calor de la lata de la bebida hacia la disolución de la sal. Para evitar el intercambio energético con el exterior, algunos grupos recubrieron la lata externa con material aislante (figura 3a).

**FIGURA 2.** Ejemplo del diseño realizado por los estudiantes: a) la sal elegida en el fondo de una lata más ancha; b) en esta lata más ancha se introduce un globo con la cantidad calculada de agua; c) detalle de la lata con la bebida a enfriar con el detalle de la chincheta con la que se explotará el globo.



**FIGURA 3.** a) ejemplo del diseño final, con el aislante térmico en la lata más ancha, y el sensor digital de temperatura; b) curva de temperatura donde se aprecia la bajada de temperatura de la bebida respecto al tiempo transcurrido



Finalmente, el desafío fue superado satisfactoriamente por los grupos, ya que la mayoría de ellos logró enfriar la bebida entre 3 y 4 °C en menos de cinco minutos, y lo hicieron seleccionando el reactivo que mejor combinaba coste y seguridad.

#### 4. RESULTADOS

Los estudiantes plasmaron sus reflexiones respecto a esta actividad en sus portafolios digitales. Al examinar los comentarios, se evidencian diversos temas y patrones recurrentes. Estos temas se pueden organizar en categorías más amplias y significativas, tales como interdisciplinariedad, colaboración, compromiso y motivación, creatividad y resolución de problemas, rol del docente y naturaleza de la ciencia.

**Interdisciplinariedad:** La actividad propuesta requería que los estudiantes ejercitaran su pensamiento a través de diversas disciplinas, dejando en evidencia que la convergencia de múltiples campos del saber es esencial para la resolución de problemáticas complejas de la vida real. Los participantes tomaron conciencia del valor intrínseco de integrar varias materias, incluyendo la química, las matemáticas, la ingeniería y la tecnología, a fin de maximizar los resultados de aprendizaje. Tal como una participante afirmó: "Creo que este tipo de metodologías, además de favorecer el aprendizaje de conceptos fisicoquímicos, permiten trabajar competencias transversales como ciencia, tecnología o química del consumidor."

La actividad facilitó a los estudiantes el abordaje de un problema realista, mostrándoles cómo la ciencia y otras disciplinas pueden interrelacionarse y preparándolos para futuros escenarios profesionales. Otro de los docentes en formación inicial menciona: "...creo que favorece que el estudiante pueda ver que el abanico de posibilidades es mucho más amplio y lo acerca a un mundo laboral más real, donde en la mayoría de las profesiones se combinan las ciencias con otras disciplinas."

Los estudiantes valoraron la pertinencia de aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones concretas y reales. Consideran que la aplicación práctica de conceptos y teorías robustece su comprensión, puesto que les permite vislumbrar la utilidad e impacto de la química en su

entorno. Los estudiantes destacaron la relevancia de la aplicación de conocimientos en las prácticas STEM.

Reconocen que estas actividades les permiten emplear los principios científicos para alcanzar los objetivos planteados y trabajar en problemas reales. Además, manifiestan que este enfoque es coherente con los desafíos y dificultades que los estudiantes enfrentarán en su vida, donde tendrán a su alcance el conocimiento y deberán saber cómo buscarlo y aplicarlo de manera eficaz. Un estudiante enfatizó que "parte de la importancia que toman este tipo de proyectos interdisciplinarios es debido a que se ajustan más a los problemas, retos y dificultades que encontrarán los alumnos a lo largo de su vida donde tendrán disponible el conocimiento (sin tener que memorizarlo), pero deberán saber tanto buscarlo como aplicarlo".

**Colaboración:** Los participantes subrayaron con vehemencia la relevancia del trabajo colaborativo y el esfuerzo conjunto para la consecución de un objetivo común. En sus comentarios, valoraron positivamente la cooperación en equipos heterogéneos como una estrategia para fomentar el desarrollo de habilidades sociales y colaborativas. Mencionaron la significación de trabajar en equipo y cómo cada miembro del grupo pudo contribuir con sus fortalezas individuales al éxito colectivo. Como uno de ellos afirma: "Me ha parecido especialmente interesante la colaboración que se genera entre los miembros del grupo para alcanzar un objetivo común".

Los comentarios destacan la trascendencia de la labor conjunta en equipos heterogéneos, en los cuales los estudiantes pueden potenciar sus fortalezas individuales, aprender mutuamente y aumentar el compromiso, favoreciendo una interdependencia entre los miembros del grupo: "El hecho de que requiera poner en práctica conocimientos diferentes puede ser una buena motivación para crear grupos heterogéneos donde coincidan alumnos con diferentes habilidades y capacidades".

**Compromiso y motivación:** Los estudiantes calificaron la actividad como cautivadora y motivadora, lo que incrementó su interés de manera notoria en contraste con las actividades de laboratorio convencionales. Se destacó, en particular, la trama de la actividad, enmarcada en la



gamificación de la asignatura, como un estímulo para la motivación y la generación de entusiasmo. Como un participante ilustra: "Comienzas a leer la práctica y con solo dos líneas ya tienes mucho más interés en realizarla, solo con el título 'Una bebida fresquita, por favor'".

Además, los estudiantes indicaron que la actividad mejoró su autoestima y sensación de logro. Otro docente en formación inicial, por ejemplo, sostiene: "A mí, como alumno de este máster, me da una motivación intrínseca tener este tipo de prácticas y me hacen despertar mucho más interés...". Los comentarios señalan un aumento en la motivación y el compromiso, citando la estructura intrigante y la contextualización de la actividad como factores determinantes. En este sentido, otra de las participantes afirma: "Creo que, al igual que me ha pasado a mí, a los alumnos les puede gustar e incluso motivarles a aprender ciencias ya que no se percibe como tal."

La participación activa y el entusiasmo de los estudiantes en el proyecto también son patentes en sus reflexiones. Uno de los docentes participantes menciona que "el aprendizaje del alumno en esta situación es mucho más significativo que el que podría obtener de una actividad menos competencial...", mientras que otro destaca que: "esta práctica ha integrado diversos conocimientos a medida que los hemos ido necesitando y la práctica lo requería. Definitivamente, ha sido una muy buena práctica porque nos ha hecho sobre todo pensar y razonar", lo que insinúa un alto grado de compromiso con la actividad. De este modo, se puede inferir que este tipo de actividades representan un valioso recurso para incrementar la motivación y el compromiso de los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

**Creatividad y resolución de problemas:** Los estudiantes manifestaron asombro ante su propia creatividad y capacidad para generar pensamientos innovadores durante la actividad ABP, destacando la relevancia de diseñar experimentos y resolver problemas, lo que les permitió ejercitar sus conocimientos en escenarios prácticos. Una estudiante de máster ilustra esta sorpresa al afirmar: "En esta sesión me he sorprendido a mí misma en cuanto a la creatividad. Tengo la sensación de que nunca en clase me habían pedido crear mecanismos o idear maneras de solucionar problemas con pensamiento lateral, y acercar la experiencia desde un

punto de vista de 'crear un producto' ha sido sinceramente genial." Un compañero añade, además, que la idea de "pensar cómo hacer algo que realmente pudiéramos vender en una época diferente me ha parecido divertidísima."

Los participantes no se limitaban a comprender los conceptos teóricos, sino que se les exigía aplicarlos de manera creativa y crítica para solucionar problemas prácticos. Este tipo de aprendizaje aplicado fomenta una comprensión más profunda y duradera de los conceptos, al tiempo que estimula el pensamiento crítico y la resolución creativa de problemas. En suma, se destacó la relevancia de esta metodología, que promueve la aplicación creativa y crítica de los conocimientos en la resolución de problemas prácticos.

**Rol del docente:** Los estudiantes señalaron que el educador actúa como guía y facilitador durante la actividad de laboratorio, enfatizando la importancia de la orientación y el apoyo ("El profesor nos ha ido ayudando en algún punto"). Los estudiantes reconocieron la importancia del papel del docente como facilitador del aprendizaje. Consideran que el docente debe actuar como guía y mediador, fomentando la participación activa de los estudiantes, estimulando su curiosidad y promoviendo la reflexión ("da la sensación de que el docente tiene un papel secundario, cuando en realidad es quien regula la dinámica de la tarea desde la sombra"). Esta visión del docente como facilitador se alinea con enfoques constructivistas y promueve la autonomía y el pensamiento crítico de los estudiantes.

En los comentarios de los participantes, se puede inferir, además, una relación entre el papel del docente como facilitador del aprendizaje y el desarrollo de habilidades científicas y competencias transversales. A través de su función facilitadora, el docente proporciona a los estudiantes el apoyo necesario para enfrentarse a los retos propuestos, permitiéndoles explorar, investigar y aprender de manera autónoma, lo cual favorece el desarrollo de habilidades científicas y competencias transversales.

**Naturaleza de la ciencia:** En el transcurso de esta actividad, los estudiantes ponderaron profundamente sobre la naturaleza de la ciencia y cómo esta se entrelaza con problemáticas concretas del mundo real. Este

ejercicio los llevó a valorar la conexión intrínseca que existe entre estos dos dominios. En palabras de una de las participantes, "la naturaleza de la ciencia fue uno de los temas principales que se trabajaron, aunque no fuéramos conscientes en aquel preciso momento", destacando la importancia de estas actividades para trabajar aspectos clave de la naturaleza de la ciencia.

Los estudiantes del máster valoraron la oportunidad de forjar habilidades científicas en el transcurso de su formación. Entre estas habilidades se destacan la capacidad para diseñar experimentos, el análisis de datos y la formulación de conclusiones. En adición a estas competencias, reconocen la relevancia de adquirir destrezas transversales, como la efectiva comunicación, la capacidad investigativa y el pensamiento analítico.

Los participantes subrayaron la relevancia de promover una visión adecuada de la ciencia, distante de estereotipos, cimentada en la indagación, la evidencia y el entendimiento de los procesos científicos. En este sentido, consideraron esencial transmitir una visión realista de la ciencia para despertar el interés y la motivación de los estudiantes hacia esta disciplina. Así, los estudiantes subrayan que las prácticas basadas en enfoques STEM promueven una visión adecuada de la ciencia al integrar diferentes aspectos del conocimiento científico y al ilustrar la naturaleza de la ciencia. Reconocen, además, que este tipo de proyectos interdisciplinarios preparan a los estudiantes para enfrentar desafíos y dificultades del mundo real, donde la búsqueda y aplicación del conocimiento son fundamentales y promueve aprendizajes más significativos. De esta manera, cuando los estudiantes perciben que la actividad de aprendizaje está enraizada en problemas del mundo real, se promueve una visión más adecuada y auténtica de la ciencia, que no se limita a la memorización de conceptos, sino que involucra la aplicación de estos conceptos en situaciones reales.

## 5. DISCUSIÓN

La actividad “una bebida fresquita, por favor” ha demostrado ser un ejercicio relevante en la formación del profesorado de química en formación inicial que ha participado en ella. Este estudio ha evidenciado que la

naturaleza interdisciplinaria del enfoque STEM, en actividades ABP, contribuye de manera notable a una mejor comprensión de los conceptos científicos, y a una notable mejora en la creatividad y las habilidades para la resolución de problemas. Los futuros docentes han tenido la oportunidad de aplicar de forma directa los conocimientos teóricos adquiridos en situaciones prácticas y reales, fortaleciendo de esta forma su aprendizaje y su motivación hacia la química.

Este enfoque práctico es crucial en la formación docente en química, dado que permite a los profesores en formación comprender de manera más profunda cómo los conceptos científicos se aplican en la vida cotidiana y en situaciones prácticas. Al integrar actividades y proyectos que implican la resolución de problemas auténticos y la toma de decisiones informadas, los profesores en formación pueden transmitir a sus futuros estudiantes la utilidad y la relevancia de los conocimientos científicos en contextos reales.

Además, las prácticas de STEM impulsan un cambio en el papel del docente. Los resultados del estudio indican que los participantes valoran la importancia del docente como facilitador del aprendizaje, actuando como guía en el proceso de construcción del conocimiento, más que como un mero transmisor de información. Este enfoque constructivista y participativo promueve la curiosidad, la indagación y la reflexión, brindando un soporte fundamental para los futuros docentes. La evolución del rol del profesor hacia un facilitador del aprendizaje es esencial en la formación del profesorado de química, ya que permite a los estudiantes tomar un papel más activo en su propio aprendizaje, potenciando así su motivación y su desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas.

Paralelamente, el estudio subraya la importancia de un aprendizaje significativo y contextualizado. Los futuros docentes han reconocido que las prácticas STEM fomentan un aprendizaje en el que ellos se convierten en protagonistas activos de su formación, comprometiéndose con la indagación y construcción de su propio conocimiento científico. Este enfoque fomenta el desarrollo de habilidades científicas y competencias transversales, fundamentales para la formación docente, entre las que se

incluyen el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la creatividad.

Finalmente, la relevancia de la aplicación de los conocimientos es un componente esencial de las prácticas STEM. Los futuros profesores deben ser capaces de comprender y transmitir cómo los conceptos y teorías científicas se aplican en situaciones prácticas y cotidianas. Esta capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones reales permite.

El estudio realizado ha permitido dar respuesta a las preguntas de investigación:

*¿Cómo influye la implementación del ABP en la percepción de los futuros docentes de química de secundaria sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en el contexto STEM?*

La implementación de ABP en las actividades STEM mejora la percepción de los futuros docentes sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Reconocen que las prácticas STEM les permiten enfrentarse a desafíos reales y aplicar los principios científicos en situaciones concretas. Esta percepción demuestra que los profesores en formación inicial reconocen el valor de la integración de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en su formación inicial, lo que contribuye a una comprensión más completa de los conceptos y su futura enseñanza en el aula.

*¿En qué medida el ABP dentro de las actividades STEM ayuda a los futuros docentes de química de secundaria a desarrollar habilidades científicas y competencias transversales?*

El análisis de los comentarios indica que el ABP dentro de las actividades STEM tienen un impacto positivo en el desarrollo de habilidades científicas y competencias transversales de los profesores en formación inicial, quienes han destacado la importancia de trabajar en equipo, la capacidad de plantear y resolver problemas, la creatividad y el pensamiento crítico como habilidades adquiridas a través de estas prácticas. También mencionan el desarrollo de competencias transversales como la comunicación efectiva, la colaboración y la capacidad de adaptarse a diferentes contextos. Estos resultados demuestran que el ABP dentro de

las actividades STEM no solo contribuye al conocimiento disciplinar, sino que también fomentan el desarrollo de habilidades y competencias esenciales para la práctica docente.

*¿Cómo perciben los docentes en formación inicial el papel del docente en el contexto de ABP dentro de las actividades STEM?*

Los resultados del análisis revelan que el papel del docente como facilitador en las prácticas STEM dentro del enfoque ABP es fundamental. Los participantes han destacado la guía proporcionada por el docente durante el proceso de investigación, su capacidad para motivar y estimular el pensamiento crítico, y su apoyo en la resolución de problemas. Los docentes, al adoptar un enfoque de facilitador, fomentan un ambiente de aprendizaje activo y participativo, en el que los estudiantes son responsables de su propio proceso de indagación. Esta participación activa y la libertad para explorar diferentes enfoques y soluciones generan una mayor percepción de la ciencia como un campo dinámico y creativo.

### 5.1. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Esta investigación educativa presenta una serie de limitaciones inherentes a su diseño y metodología. En primer lugar, es importante destacar que el estudio se fundamenta en los comentarios de un grupo específico de profesores de química en formación inicial. Esta delimitación puede acarrear consecuencias en la generalización de los resultados, ya que estos pueden no ser extrapolables a otras disciplinas o contextos educativos distintos.

En segundo lugar, la recogida de información basada en los comentarios proporcionados por los participantes podría conllevar una limitación en cuanto a la profundidad de los datos recopilados. A pesar de que estos comentarios ofrecen una visión valiosa sobre las percepciones y experiencias de los futuros profesores, podría ser beneficioso complementar esta metodología con otras técnicas cualitativas, como las entrevistas individuales o los *focus group*, con el fin de obtener una comprensión más detallada y rica de sus vivencias.

Además, es relevante señalar que este estudio se enmarca en un momento particular del proceso de formación inicial de los docentes

participantes. Esta temporalidad restringe la perspectiva de análisis a un instante específico, sin tener en cuenta las posibles variaciones o evoluciones a lo largo del tiempo. Así, sería pertinente realizar un seguimiento de los participantes para evaluar el impacto a largo plazo de las prácticas basadas en enfoques ABP/STEM en su desarrollo profesional y en su praxis docente.

## 6. CONCLUSIONES

El ABP dentro de las actividades STEM es valorado por los futuros docentes como una estrategia efectiva para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, proporcionando un enfoque más contextualizado y conectado con la realidad. Este enfoque integral resulta ser un elemento poderoso para el enriquecimiento de la formación docente en química.

El ABP en el marco de las actividades STEM es efectivo para el desarrollo de habilidades científicas y competencias transversales en los futuros docentes, así como para mejorar la creatividad y las habilidades para resolver problemas de estos docentes. Estas competencias son fundamentales para la docencia moderna, que requiere de profesionales capaces de diseñar y desarrollar experiencias de aprendizaje significativas y contextualizada

En el contexto de ABP dentro de las actividades STEM, los futuros docentes ven al educador como un facilitador del aprendizaje, guiándolos en su proceso de resolución de problemas y han reconocido la importancia de un aprendizaje significativo y contextualizado. Este cambio de paradigma en la enseñanza refuerza la idea de que los estudiantes deben asumir un papel más activo en su aprendizaje, lo que incrementa su motivación y fomenta el desarrollo de habilidades y competencias clave.

Finalmente, la actividad STEM dentro del enfoque ABP ha demostrado ser una herramienta valiosa para mostrar la relevancia y aplicabilidad de los conocimientos científicos en contextos reales, lo que ha tenido un impacto positivo en la motivación y compromiso de los futuros profesores de química.

## 7. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean hacer constar la colaboración del Vicerectorado de Docencia y del programa RIMDA de la Universitat de Barcelona en la difusión de este trabajo.

## 8. REFERENCIAS

- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of chemical education*, 63(10), 873.
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S. y Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International journal of educational research*, 102, 101586.
- Jiménez, B. J. (1995). La formación del profesorado y la innovación. *Educación*, 19, 33-46.
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y. y Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: A systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1-16.
- Marradi, A., Archenti, N. y Piovani, J. (2007). *Metodología de las ciencias sociales*. Buenos Aires: Editorial Ermecé.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Safitri, D. e Iryani, I. (2021). Description of Students Learning Outcomes used Guided Inquiry Module in Chemistry Learning. *Edukimia*, 3(1), 038-042.
- Verschuren, P. J. M. (2003) Case study as a research strategy: some ambiguities and opportunities. *International Journal of Research Methodology*, 6(2), 121-139.



LA FUERZA DE LA GRAVEDAD: EQUILIBRIO, PESO  
E INERCIA EN LOS PROYECTOS DE ARQUITECTURA.  
APRENDIENDO SUS LEYES EN TALLERES  
TRANSVERSALES

---

CARLOS MIGUEL IGLESIAS SANZ

*Universidad San Pablo CEU. Escuela Politécnica Superior EPS*

GASTÓN SANGLIER CONTRERAS

*Universidad San Pablo CEU. Escuela Politécnica Superior EPS*

## 1. INTRODUCCIÓN

El tema que se aborda es la importancia del concepto de gravedad y la inercia en las decisiones de diseño de un proyecto de arquitectura e ingeniería. No existe ni una sola obra de arquitectura e ingeniería en el mundo que, en su afán por construir el espacio, haya podido eludir la acción de la gravedad terrestre. Ante la imposibilidad de modificar las propiedades de esta realidad, el arquitecto debe actuar sobre los distintos modos en que ésta se manifiesta sobre la materia que conforma el espacio. Si la masa es la cantidad de materia, el peso es la fuerza con la que actúa la gravedad en la materia. La naturaleza del arte y la arquitectura se cimienta en la insumisión a la norma que somete la materia a la gravedad y su lucha contra la gravedad severa.

No son pocos los casos en los que el hombre ha sido derrotado por la fuerza de la gravedad: el hundimiento de la cubierta del Palacio de los Deportes de Huesca que cedió al fallar la sujeción de un cable (Enric Miralles); el desprendimiento de una escalera en el Kursaal de San Sebastián por el fallo de unas soldaduras (Rafael Moneo); o la caída de una escultura de hormigón armado suspendida en el parque barcelonés de la Creueta del Coll (Antonio Fernández Ordóñez y Eduardo Chillida).

Conocer los fundamentos físicos y estructurales de la gravedad es una tarea indispensable para el estudiante que ha de cualificarse técnicamente en sus competencias universitarias (Navarro, 2017)<sup>12</sup>.

La ley de la gravedad regidora de los fenómenos físicos, provoca que *el peso* sea uno de los principales condicionantes de toda acción constructiva. Sin embargo, la arquitectura, como forma física de la construcción, no siempre evidencia la manifestación del peso de un modo directo e inmediato: puede acentuarse o transformarse en levedad (Arnuncio, 2007)<sup>13</sup>.

**FIGURA 1.** Lluvia de pétalos de rosa en el Panteón de Roma



Fuente: Jorge Ortíz

---

<sup>12</sup> Juan Navarro Baldeweg, polifacético arquitecto y artista plástico en su escrito, *la columna y el peso*, 1973, hace una propuesta sobre la gravedad contraponiendo una columna clásica, elemento paradigmático de la arquitectura, y un pequeño peso de balanza, en un diálogo lleno de sutilezas.

<sup>13</sup> Tomando como guión el proyecto no construido del Danteum de Giuseppe Terragni, de 1938, Juan Carlos Arnuncio reflexiona sobre conceptos como la huella en el suelo, la condición de cubrición y la expresión portante de los pilares (de vidrio en el caso del Danteum) para señalar la gravedad como un elemento específico con el que adjetivar la arquitectura, más que como un puro fenómeno físico.

**FIGURA 2.** *La columna y el peso.* 1973. Juan Navarro Baldeweg



Fuente: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía

### 1.1. PESO Y LEVEDAD

Por una parte, todos estamos condenados y coaccionados por el peso de la inevitable gravedad. Los esfuerzos titánicos de Sísifo empujando infinitamente el peso de una roca montaña arriba no evitan la acción

imparable de la fuerza de la gravedad que le obliga a reanudar una y otra vez su tarea. Muchos arquitectos, ingenieros y artistas, prefieren trabajar con el peso como valor esencial de sus obras:

El peso es para mí un valor esencial; no es que sea más atractivo que la ligereza, pero sencillamente sé más sobre lo pesado que sobre lo ligero, y por tanto tengo más cosas que decir sobre ello, más que decir sobre el equilibrio del peso, la disminución del peso, la adición y sustracción del peso, la concentración del peso, la manipulación del peso, la contención del peso, el emplazamiento del peso, la retención del peso, los efectos psicológicos del peso, la desorientación del peso, el desequilibrio del peso, la rotación del peso, el movimiento del peso, la direccionalidad del peso, la forma del peso. (Serra, 1972, p 1)<sup>14</sup>

**FIGURA 3.** *La materia del tiempo.* Richard Serra, 2005



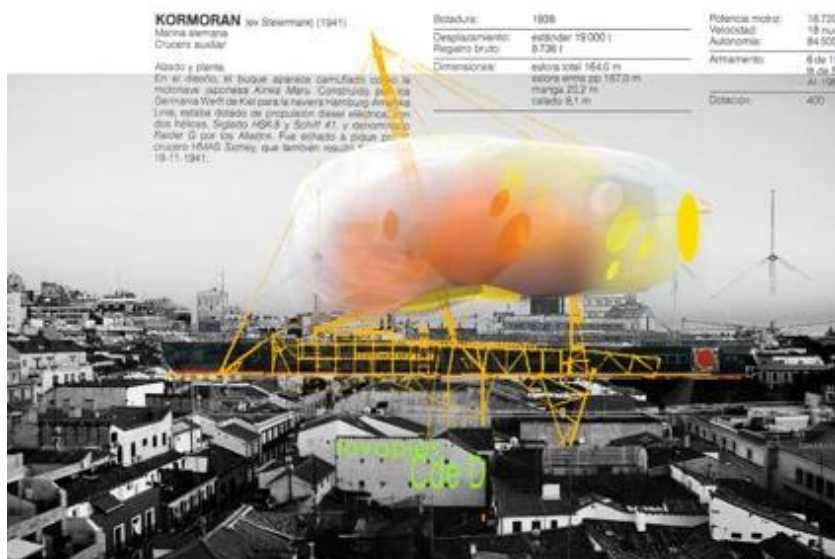
Fuente: Museo Guggenheim, Bilbao

---

<sup>14</sup> Para Serra, todo lo que elegimos en la vida por su ligereza se revela en poco tiempo como un peso insoportable. Su obra trabaja sobre los constantes y minuciosos reajustes del peso y sobre la exactitud de las leyes de la gravedad.

Por otra parte, sobre la inevitable y matérica arquitectura física otros desearían depositar envolventes en flotación como acciones ligeras en una realidad cotidiana y pesada. A la manera del realismo mágico de los grandes escritores sudamericanos –Márquez, Cortázar, Bioy Casares – el sueño de algunos arquitectos e ingenieros suele coincidir en contraponer a la presencia acostumbrada de la realidad la magia misteriosa de los proyectos sobre la superficie de nuestro planeta en su lucha inevitable contra la acción de la gravedad: levedad enfrentada a las acciones físicas del peso. Esta idea de *levedad* es capaz de provocar un entendimiento más complejo del tradicional concepto arquitectónico sobre la gravedad introduciendo la noción de múltiples fuerzas gravitatorias de las masas que no se reducen a una sola forma o dirección asociada al terreno como soporte final (Lynn, 1996). Surge la distinción de diferentes tipos de gravedad con arquitecturas que no apoyan directamente sobre el terreno<sup>15</sup>.

**FIGURA 4.** Taller de Proyectos USP CEU. Escuela de danza en Lavapiés, Madrid, 2016



Fuente: Elaboración propia, autores

<sup>15</sup> Lynn cuestiona la existencia de un único concepto simple sobre la gravedad y apunta a una idea más compleja de gravedades múltiples y diferenciales, noción más flexible del terreno y del contacto de la arquitectura con este.

## 1.1. TALLER INTERDISCIPLINAR

Atendiendo a esta pertinente cuestión, la gravedad, hemos a cabo un taller interdisciplinar de innovación docente entre estudiantes de primer y tercer curso del grado de arquitectura en la Escuela Politécnica Superior del Universidad San Pablo CEU.

Antes de iniciar el taller se explicó a los estudiantes los antecedentes históricos más relevantes del estudio de la gravedad por la ciencia. Destacamos la conclusión sobre la gravedad a la que Leonardo da Vinci llegó varios siglos antes que Newton y Einstein.

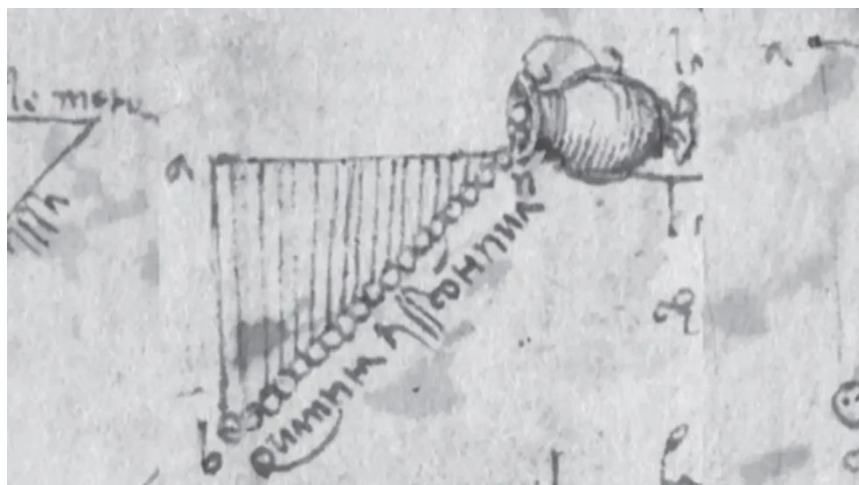
Los experimentos de da Vinci fueron descubiertos recientemente por Mory Gharib, catedrático *Hans W. Liepmann* de Aeronáutica e Ingeniería Médica, se trata del Codex Arundel, una colección de documentos de principios del siglo XVI escritos por da Vinci que abarcan diversos temas científicos, artísticos y personales. Fue a principios de 2017, estando el profesor Gharib explorando las técnicas de visualización de flujos de da Vinci para comentarlas con sus estudiantes cuando observó una serie de bocetos que mostraban triángulos generados por partículas parecidas a la arena que salían de un frasco, y que además iban acompañadas de una frase misteriosa: "La equivalencia de movimientos en la hipotenusa de uno de sus triángulos dibujados, era un triángulo rectángulo isósceles".

Descubrieron que el genio estaba describiendo el vertido de agua o arena de un cántaro mientras se desplaza por una trayectoria recta paralela al suelo. Es decir, parece que da Vinci intuía que las partículas de agua o arena acelerarían hasta llegar al fondo, y que esa aceleración era solo causada por la gravedad, concluyendo que *si la jarra se moviera a velocidad constante, la línea trazada por las partículas que caen sería vertical, razonó Da Vinci, pero si se acelerara a velocidad constante, las partículas trazarían una línea recta pero inclinada que formaría el lado de la hipotenusa de un triángulo.*

Posteriormente intentó formular sus observaciones en una ecuación, pero no pudo y finalmente abandonó. Cuando el equipo de Gharib simuló las hipótesis de su experimento, descubrieron que se había equivocado. "Lo que vimos es que Leonardo lo intentó, pero lo modeló como

que la distancia del objeto que caía era proporcional a 2 a la potencia  $t$  (donde  $t$  representa el tiempo), en lugar de proporcional a  $t$  al cuadrado", aseguró Chris Roh, coautor del estudio y profesor de ingeniería biológica y ambiental en la Universidad de Cornell. "Esto es incorrecto, pero más tarde descubrimos que utilizó esta ecuación errónea de forma correcta".

**FIGURA 5.** *Códex Arundel. Leonardo Da Vinci. 1480-1518*



Fuente: Creative Commons

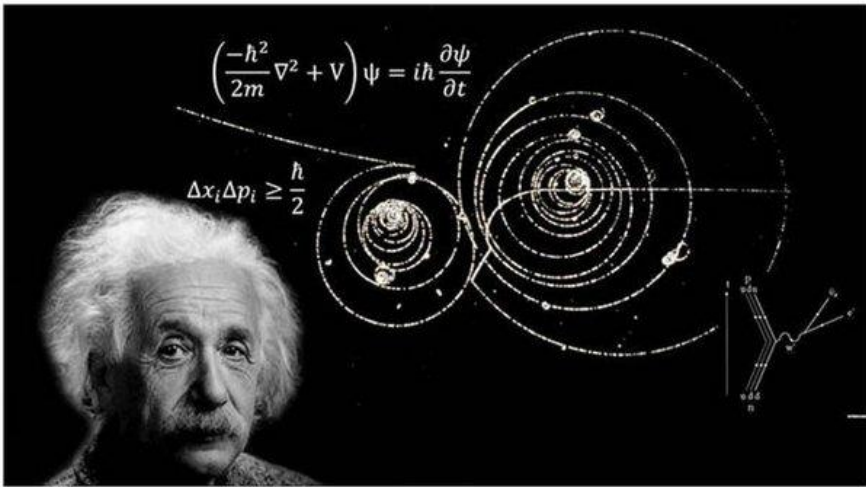
Y es que el célebre polímata había ideado experimentos para demostrar que la gravedad es una forma de aceleración, y que además llegó a modelizar la constante gravitatoria con una precisión de alrededor del 97%.

Por su parte, Isaac Newton, en el siglo XVII, formuló su ley de la gravitación universal al observar que los cuerpos en la Tierra pesan, y que los astros en el firmamento giran en torno a otros astros mayores y que hay una fuerza que produce estas atracciones en distintas escalas, la fuerza de la gravedad. Continuando el legado de físicos anteriores como Copérnico, Tycho Brahe y Galileo, Newton dedujo que la fuerza de atracción gravitatoria entre dos cuerpos debía ser proporcional al producto de sus masas dividido por la distancia entre ellos al cuadrado. A la constante de proporcionalidad de esta fórmula la llamó  $G$ , por su naturaleza de gravitación.

A estas mismas conclusiones llegó Einstein dos siglos después tras estudiar la ley universal de atracción gravitatoria de Isaac Newton (1687) y de Galileo Galilei, que anteriormente, en 1604, concluyó que sin la resistencia del aire, todas las masas caerían con la misma aceleración, a la que llamó "ley de caída libre".

En la actualidad, a niveles astrofísicos, Einstein dictó la última conclusión con el principio de equivalencia, formulado en 1907: "un sistema inmerso en un campo gravitatorio es puntualmente indistinguible de un sistema de referencia no inercial acelerado". Que quiere decir que la gravedad acelera todos los objetos de igual manera, independientemente del valor de sus masas o de los materiales de los que están constituidos.

**FIGURA 6.** Teoría de la relatividad de Albert Einstein, 1915



Fuente: Creative Commons

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVOS MARCO

Primeramente, El taller interdisciplinar que llevamos a cabo entre alumnos de primer curso y tercer curso del grado de arquitectura, y las asignaturas Fundamentos de la Física II, Historia de la Arquitectura 3 y



Proyectos Arquitectónicos IV, planteó los siguientes Objetivos Marco en los que venimos trabajando en los últimos años:

- Capacitar al estudiante con aptitudes que le permitan conocer el mundo en el que viven y ser los agentes activos de cambio que necesita la sociedad.
- Optimizar la actividad docente y sus contenidos curriculares con nuevas herramientas y metodologías didácticas, promoviendo la formación continua, la colaboración interna y la generación de comunidades de aprendizaje en nuestra universidad, USPCEU.
- Aunar todas las iniciativas de innovación docente actuales para su integración y mejor aprovechamiento.
- Desarrollo de un aprendizaje activo e integral centrado en la relación del estudiante con su profesor y con el entorno, donde se aporten, además de conocimientos, competencias disciplinares y transversales, como el liderazgo, la innovación y el compromiso social.

## 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los Objetivos Específicos del presente Proyecto de Innovación Docente son:

1. Se plantea como un primer objetivo el esclarecimiento de responder a preguntas aparentemente tan sencillas y elementales como ¿qué es la gravedad? o ¿qué es la inercia? Se discutirá sobre la gravedad entendida como concepto de estereotomía versus la levedad como concepto de tectónica (Campo, 2020)<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> El catedrático de Proyectos de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, ETSAM, Alberto Campo Baeza, distingue entre el concepto estereotómico, la arquitectura construida con materiales pesados, que transmiten directamente su peso a la tierra debido a la gravedad, la arquitectura de la cueva y del podio, y el concepto tectónico, la arquitectura construida con materiales ligeros que se apoya en la tierra a través de sistemas puntuales, la arquitectura de la cabaña y del templo.

2. Posteriormente, se indagará en el conocimiento científico sobre la gravedad, analizando las características de las teorías físicas que, a lo largo de la historia, han abordado la investigación conjunta de este fenómeno desde Aristóteles hasta Einstein.
3. En la tercera, y última parte de la investigación, se estudiarán las estrategias proyectuales empleadas en la manipulación arquitectónica de la interacción estructural de la gravedad con fines espaciales. Este estudio se desarrollará en un edificio concreto de Madrid, el Hipódromo de la Zarzuela (1935-1941), obra interdisciplinar de los arquitectos Carlos Arniches y Martín Domínguez y del ingeniero Eduardo Torroja, constituido como ejemplo paradigmático de las distintas maneras de concebir el espacio arquitectónico a lo largo de la historia. Como consecuencia de este Proyecto, se descubre la existencia de una correlación cronológica y conceptual entre la evolución de la representación física de la gravedad y la evolución de las distintas concepciones espaciales arquitectónicas, hecho que induce a considerar al conocimiento físico sobre ambos fenómenos como una potente e imprescindible herramienta proyectual. Con el convencimiento de que el espacio y la gravedad son temas fundamentales en la reflexión teórica y la práctica proyectual del quehacer arquitectónico, el presente Proyecto realiza su propia aportación al conjunto de reflexiones teóricas y proyectuales sobre la gravedad en la arquitectura, que algunos de los más prestigiosos arquitectos de nuestro país han venido desarrollando durante las últimas décadas.

**FIGURA 7.** Hipódromo de la Zarzuela, Madrid. Visita, febrero 2023



Fuente: Autores

### 3. METODOLOGÍA

Se ha estudiado como modelo real el edificio del Hipódromo de la Zarzuela en Madrid (1934-1941), obra de los arquitectos Arniches y Domínguez y del ingeniero Torroja, para consolidar la didáctica de los conceptos básicos de la asignatura de Fundamentos Físicos de la Arquitectura II, Historia de la Arquitectura 3 y los aspectos proyectuales de la asignatura de Proyectos Arquitectónicos IV. Las asignaturas involucradas son de primer y tercer curso del Grado de Arquitectura.

Se ha organizado un taller de 11 equipos entre las asignaturas de Física y Proyectos que han co-aprendido autónomamente los fundamentos del sistema estructural de las cubiertas y graderíos del Hipódromo, inicialmente de una manera intuitiva y experimental con maquetas de trabajo, y posteriormente con el conocimiento de las leyes físicas de la gravedad y dibujos de los estados de carga y equilibrio estructural.

### 3.1. HIPÓDROMO DE LA ZARZUELA, MADRID

El crecimiento de Madrid en la prolongación del eje Castellana-Recoletos hizo necesaria la demolición del primitivo hipódromo situado en el actual Nuevos Ministerios. Se convocó concurso para un nuevo emplazamiento al noroeste de la ciudad en el Monte de El Pardo (Arniches et al., 1948)<sup>17</sup>. La propuesta ganadora resuelve con sencilla elegancia la sección de las marquesinas sobre el graderío en un ejercicio de contrapesos y equilibrios que organiza espacialmente la funcionalidad requerida con el hábil juego de la gravedad (Torroja, 1991). Ejecutado en hormigón armado el proyecto construye una asimetría de la sección para que el peso de la marquesina y la bóveda del paddock quede solucionado con un elemento atirantado que soporta la cubierta de la sala de apuestas y la galería superior facilitando la visión del paddock, conduciendo los esfuerzos a un único pilar articulado en cuyo interior se alojan las bajantes de pluviales de las cubiertas (Fullaondo, 1967).

### 3.2. TALLER DE MAQUETAS

Se inició el proyecto con un taller de maquetas donde los estudiantes agrupados en 11 equipos mixtos entre los cursos de primero y tercero experimentaron con materiales ligeros las condiciones de gravedad del modelo del Hipódromo.

Se realizaron a escala una serie de maquetas durante 2 intensas horas tanto de las condiciones finalmente construidas por Arniches, Domínguez y Torroja como de posibles variaciones formales y estructurales del proyecto.

---

<sup>17</sup> Los ganadores del concurso y autores de su construcción, los arquitectos C. Arniches y M. Domínguez y el ingeniero E. Torroja, explican cómo trataron que la compleja máquina de un hipódromo trabajara con el mayor orden y claridad. Para ello no dudaron, una vez ganado el concurso y recibido el encargo de su ejecución, en modificar varias veces la estructura del graderío y cubiertas para optimizar los recorridos del público y los caballo y las visuales hacia las pistas de carreras.

**FIGURA 8.** Taller de maquetas interdisciplinar

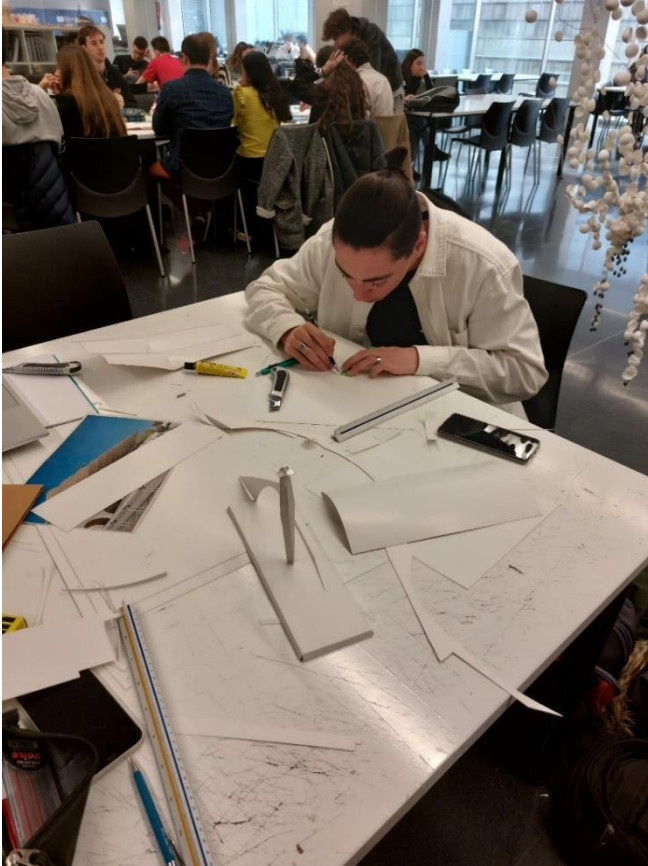


Fuente: Autores

Es importante destacar que los estudiantes de tercer curso actuaron como mentores de los de primero, enseñándoles el manejo de maquetas de trabajo, dibujos y análisis de fotografías y documentación gráfica, aprendiendo en equipos mixtos.

El trabajo con maquetas permitió a los estudiantes comprender el sistema de contrapesos y cargas en equilibrio del Hipódromo y les introdujo experimentalmente en el conocimiento teórico de la gravedad y la inercia, todo ello realizado en un breve lapso de tiempo.

**FIGURA 9.** Taller de maquetas interdisciplinar



Fuente: Autores

Esta actividad se enmarca en la metodología educativa del Action Learning Process, en el que la experimentación activa, maquetas y dibujos, incorpora los conocimientos del aprendizaje (Revans, 2011). Este proceso de aprendizaje es el mejor exponente de la metodología de *aprendizaje haciendo* o *learning by doing*, que, además, ayuda a la integración de los equipos de trabajo.

### 3.3. ARCO CATENARIO-ARCO FUNICULAR. ANTONIO GAUDÍ

Para profundizar en el concepto de peso y gravedad se comentó el trabajo en este campo de Antonio Gaudí, primeramente en la cripta de la

colonia Güell y posteriormente en su inacabada Sagrada Familia en Barcelona, conocida por la invención estructural proveniente del arco catenario. El arco catenario es autosustentante por lo que su incorporación permitió a Gaudí prescindir de arbotantes y pináculos para la estabilidad estructural de las especiales condiciones de tamaño y la luz de esta gran estructura.

**FIGURA 10.** Maqueta antifunicular, cripta colonia Güell. Antonio Gaudí, 1898-1914.



Fuente: Creative Commons

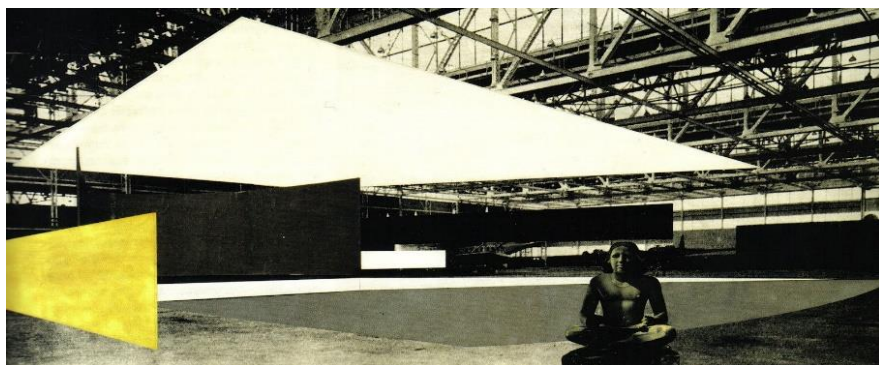
Arco catenario-Arco funicular. La catenaria es sencillamente la curva que describe una cadena suspendida por sus extremos. La invención estructural fundamental de la catenaria es que las fuerzas de sus distintos pesos recorren la figura sin salirse de ella, hasta las bases, debido a que cada fragmento de la cadena tiene una carga vertical y horizontal equivalente, por lo tanto la figura es estable y es capaz de soportarse a sí misma. El arco funicular es la figura del arco catenario, pero deformada

mediante pesos, forma que adoptan las obras, al erguirse sobre el suelo cuando están bajo la influencia del campo gravitatorio. Gaudí trabajó previamente en la maqueta funicular de la cripta de la colonia Güell, una formación donde se relaciona un sistema de cuerdas y pesos que penden en catenarias y que suspendió flotando sobre un espejo para posteriormente ejecutar la geometría formal y estructural de sus proyectos.

### 3.4. EL ESPACIO UNIVERSAL DE MIES VAN DER RÖHE

Si Gaudí inició el camino, Mies van der Rohe proyectó en 1942 otro paradigma de la gravedad en la arquitectura con su Concert Hall, considerado el inicio del proceso de búsqueda del *espacio universal*, un espacio totalmente libre de apoyos estructurales que flota sobre el plano del suelo (Martín-Escanciano, 2015). En un fotomontaje sobre una fotografía de una obra de Albert Kahn, Mies anticipa un espacio unitario libre de apoyos intermedios en el que los elementos puedan ser dispuestos a voluntad con una gran estructura de acero capaz de hacer posible la flexibilidad interior buscada que el propio Mies denominaba arquitectura estructural, donde la estructura es el propio concepto arquitectónico (Linares, 2015).

**FIGURA 11.** Concert Hall. Collage sobre nave de Albert Kahn. Mies van der Röhe, 1942



Fuente: Mies van der Röhe

Años más tarde, en su obra póstuma, la National Gallery en Berlín, Mies logra construir su sueño a gran escala con una gran cubierta libre de pilares que es elevada mediante gatos hidráulicos para albergar un espacio isótropo, diáfano y libre de las condiciones de la gravedad.



**FIGURA 12.** *National Gallery, Berlín. Mies van der Röhe, 1967*



Fuente: Mies van der Röhe

Ya postrado en silla de ruedas por su avanzada artritis pudo asistir emocionado a la levitación del gran plano de cubrición sobre un suelo libre de obstáculos, flexible y versátil, su anhelo largamente buscado, en una obra maestra de la arquitectura, sobre un podio pétreo a la manera de un templo clásico imperecedero (García, 2021).

### 3.5. VISITA AL HIPÓDROMO

Después del trabajo preliminar en el taller de maquetas se visitó el edificio, 4 profesores, 3 asignaturas, 76 alumnos. Acompañados por el Subdirector de Proyectos y Obras del Hipódromo, el ingeniero Carlos Polo Vereda, los estudiantes comprobaron in situ el alcance de la solución estructural que equilibra las cargas ante la fuerza de la gravedad y comprobaron su adecuación formal a escala 1:1. Esta visita fue reveladora para la comprensión y el aprendizaje del concepto de gravedad e inercia en esta obra maestra de la arquitectura e ingeniería (Lelliot, 2014).

La flotación ingravida de las cubiertas de hormigón armado con mallas y espesores mínimos apoyadas en un único pilar articulado produjo una honda impresión a los estudiantes que percibieron la fuerza de la gravedad in situ. En la reciente restauración acometida por el arquitecto

Jerónimo Junquera se puso en valor esta magistral solución estructural (Junquera, 2014).

#### 4. DISCUSIÓN

El trabajo con el modelo del Hipódromo de la Zarzuela se enmarca en la metodología docente de los *modelos didácticos analógicos*, una potente herramienta para el aprendizaje comparativo entre el modelo teórico y el modelo real construido, con sus particulares alcances y limitaciones (Manchado, 2021). De esta manera, el estudiante toma conciencia sobre sus propios procesos y desarrollos cognitivos y se le capacita a evaluar sus progresos y resultados, comprendiendo su propia versión acerca de la naturaleza de su conocimiento y sobre el proceso de aprendizaje (Moro et al., 2007)<sup>18</sup>. En este trabajo se evalúa la eficiencia de un modelo didáctico analógico para la enseñanza de los conceptos de masa, peso y gravedad mediante un estudio correlacional, cuasiexperimental con posprueba y grupo control.

Este procedimiento de enseñanza sustentado en una potente analogía que los estudiantes pudieron experimentar en su visita física, cobra mayor protagonismo dentro de una contemporaneidad líquida en la que desaparecen paulatinamente las estructuras existentes de patrones, códigos, reglas y modelos. *La enseñanza también se está convirtiendo en una actividad líquida*, donde estudiantes y profesores se enfrentan a situaciones cambiantes e inciertas, y donde cada vez es más importante actualizar los recursos docentes para preparar las futuras generaciones a nuevos y desconocidos acontecimientos por llegar (Bauman, 2020).<sup>19</sup>

Esta actualización de los recursos docentes la hemos desarrollado en el proyecto que nos ocupa incentivando a los estudiantes a producir variaciones sobre el modelo teórico inicial del Hipódromo en el taller de

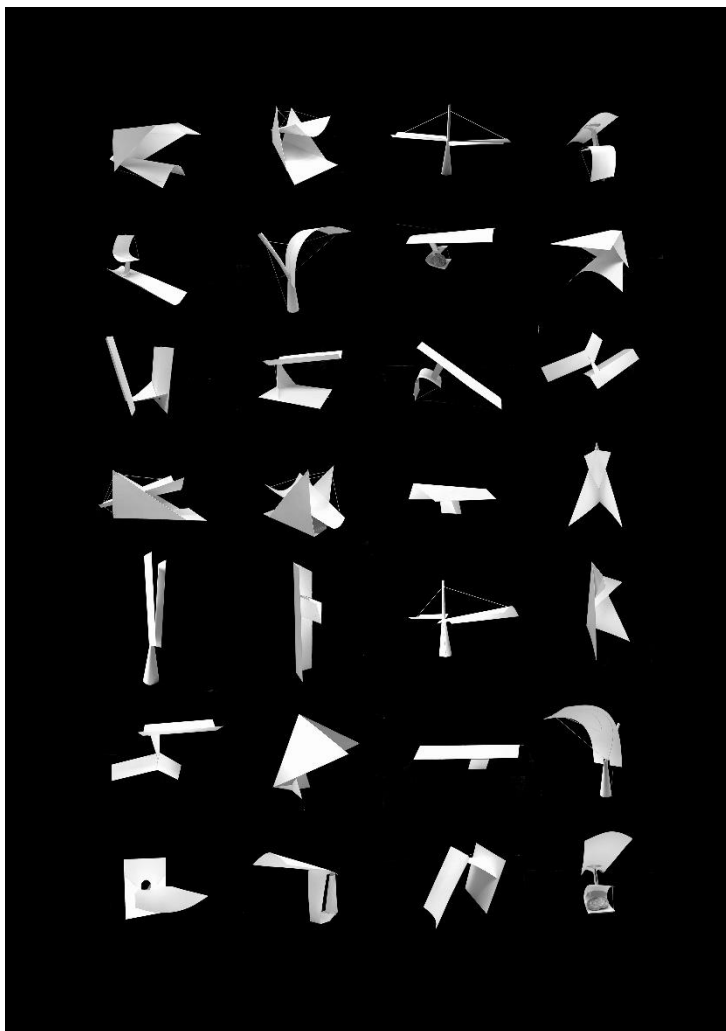
---

<sup>18</sup> Esta metodología involucra al estudiante en el proceso de razonamiento analógico en un contexto de enseñanza interactiva, superando la mera aplicación de la analogía como recurso didáctico.

<sup>19</sup> En su libro, *Sobre la educación en un mundo líquido: Conversaciones con Ricard O Mazzeo*, Bauman recoge un antiguo proverbio chino que se anticipó en dos mil años a la modernidad: “Si haces planes para un año, planta maíz. Si haces planes para una década, planta árboles. Si haces planes para una vida, adiestra y educa a la gente”.

maquetas, como un juego el que se han motivado para diseñar nuevas soluciones estructurales, a la manera de una gamificación docente. Pero huyendo de la excesiva simplificación en la que se ha venido últimamente aplicando esta metodología que viene desvirtuando su indiscutible potencial educativo (Pérez y Navarro, 2022).

**FIGURA 13.** Variaciones estructurales y geométricas. Taller de maquetas



Fuente: Taller de maquetas

## 4.1. EXPOSICIÓN TRABAJOS ESTUDIANTES.

Se concluyó el taller con una exposición abierta en nuestra EPS, Campus Montepíncipe de Madrid, con los paneles finales de los 11 equipos de estudiantes donde se expresaban los avances alcanzados en este Proyecto de innovación docente.

Figura 14. Cartel exposición trabajos del taller sobre la gravedad

**el juego de la g**

**FFI**

AMAT RIZO, Andrés  
 ARABY TRUJILLO, Faah Isabel  
 ARAUJO SANTOS, Isabella  
 ARICE ZOF, Felipe  
 ARICE VALDES, Jose Manuel  
 ARMENHOT SWIFT, Mariana  
 BARRERA GARCIA, Florencia  
 BAQUERO USCOCOVICH, Melissa  
 BARAO MONTERO, Daniel  
 BAUZA LACROIX, Antonio Pío  
 CABELLAS DAMERO, Carolina Catalina  
 CASTRO DE SALAS, Janna  
 CAVESTRANI SANCHEZ DE NOVELLÁN, Lucía Juan  
 COMIN DE LAS HERAS, Marta  
 CONDE ILLANES, Alejandra  
 CORCOBA GARRERA, Manuel  
 DAVILA FERNANDEZ, Blanca  
 DE AGUSTIN LÓPEZ, Luis  
 DE LA PENA MARTINEZ, Daniela  
 DIAZ GARCIA, Manuel  
 ERICE CADISAL, Sifra  
 FALCÓN MESSIAS, Juan Silver  
 FOL Roca, Pau  
 FREUND, Sophia Alejandra  
 GARDUORTIGA, Aitor  
 GALINDO LÓPEZ, José Manuel  
 GIL PÉREZ, Carlos  
 GONZALEZ GARRIBAYENA, Elvira  
 GUZMÁN TORREALBA, Sophia  
 HEDALGO PADRÓN, Carlos  
 IBARRÉ PRATO, Iván  
 JIMÉNEZ DALLA VALLE, Alessandro  
 LAZARO LÓPEZ, Gertruda  
 MANDOS JURDIZAT, Cristina  
 MARTINEZ RABADAN, Aitana  
 NIKOLOV VORGANOV, Yordan  
 PÉREZ ALENZA, Teresa  
 QUINTANILLA GUILARTE, Álvaro  
 RODRIGUEZ SANCHEZ, Miguel  
 SANCHEZ QUERADA, Leire  
 VALLORI CERDA, Jeroñ Miquel

**PIV**

AGUIRRE SANTOS, Aneke  
 ALVAREZ BRANDT, Gerardo  
 AMORÓS IGLESIAS, Carlos  
 AYO RUBERRO, Iñaki del Pino  
 BAQUERO BARRIOS, Lucía Rosario  
 BELODAR PAIS, Ingrida  
 CALVO SOTELLO EGUA, Cristina  
 CEREN BOLLLOS, Elena  
 CLOPPEL BROTO, Agustina  
 DE LA ORDEN BERRUENA, Carolina  
 DE LA PEÑA MOLEZÓN, María  
 DE LA TORRE RODRIGUEZ, Juan Ignacio  
 DURANTEZ RUBIO, Teresa María  
 FAUNDEZ ROMERO, Macarena  
 FUSTER ANTOLÍN, Pablo  
 GARCIA GONZALEZ, Samantha  
 GOMEZ HERRADA, Jorge  
 HERRERA ACULAR, Beatriz  
 JIMÉNEZ ESTEFANÍA, Lucía  
 LEÓN BADAÑO, Pablo Antonio  
 LERMA GARCÍA, María  
 MARTINEZ COLLAR, Pablo  
 MARTINEZ FALERO ROTHSCHILD, Bego  
 MICALLÉ, Finnik  
 MONTES COLOMER, Ana  
 OLIVER ROSSELLO, Carme  
 ORIO, DOMÍNGUEZ, María María  
 PELLERIN CASTILLO, Carlos  
 PEÑA ALONSO, María Teresa  
 PERRERA ORTIZ, Elena  
 PRADA SANCHEZ, David  
 SANTOS PÉREZ, Carolina

**HA3**

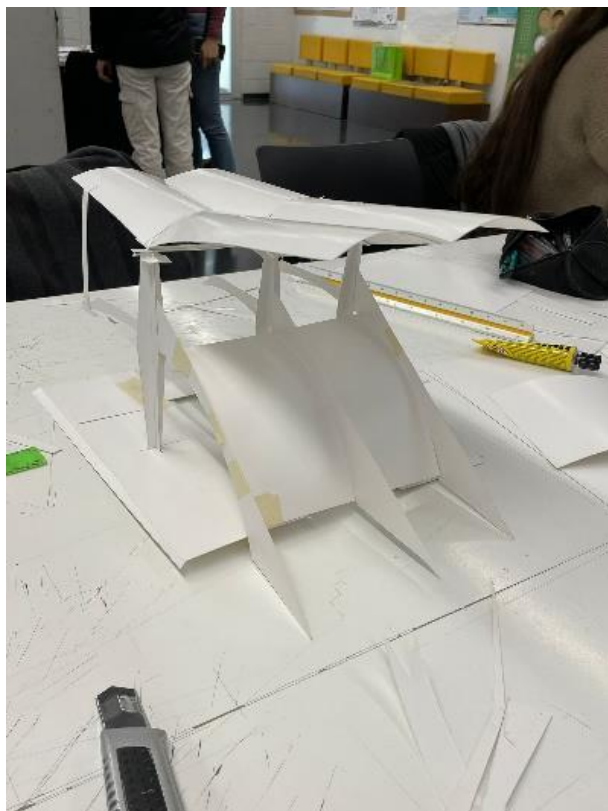
JICA DEL SANCILL, Elena  
 JOSE SERRANO ALONSO, Daniel  
 JUANMARTÍN PÉREZ IGLESAS  
 LÓPEZ BARRAÑAN, Jorge  
 CALVO SOTELLO EGUA, CRISTINA  
 LÓPEZ DE HARO, LUCÍA BERRUENA  
 CEREN BOLLLOS, ELENA  
 GUSTAVO BERRUENA, GUSTAVO  
 COLELLA, MARTA BARRAÑAN  
 DE LA TORRE RODRIGUEZ, JUAN IGNACIO  
 DURANTEZ RUBIO, TERESA MARÍA  
 FAUNDEZ ROMERO, MACARENA  
 GARCÍA GONZÁLEZ, SAMANTHA  
 GÓMEZ HERRADA, JORGE  
 HERRERA ACULAR, BEATRIZ  
 JIMÉNEZ ESTEFANÍA, LUCÍA  
 LEÓN BADAÑO, PABLO ANTONIO  
 LERMA GARCÍA, MARÍA  
 MARTÍNEZ COLLAR, PABLO  
 MARTÍNEZ FALERO ROTHSCHILD, BEGO  
 MICALLÉ, FINNIK  
 MONTES COLOMER, ANA  
 OLIVER ROSSELLO, CARME  
 ORIO, DOMÍNGUEZ, MARÍA MARÍA  
 PELLERIN CASTILLO, CARLOS  
 PEÑA ALONSO, MARÍA TERESA  
 PERRERA ORTIZ, ELENA  
 PRADA SANCHEZ, DAVID  
 SANTOS PÉREZ, CAROLINA  
 JICA DEL SANCILL, ELENA  
 JOSE SERRANO ALONSO, DANIEL  
 JUANMARTÍN PÉREZ IGLESAS  
 LÓPEZ BARRAÑAN, JORGE  
 CALVO SOTELLO EGUA, CRISTINA  
 LÓPEZ DE HARO, LUCÍA BERRUENA  
 CEREN BOLLLOS, ELENA  
 GUSTAVO BERRUENA, GUSTAVO  
 COLELLA, MARTA BARRAÑAN  
 DE LA TORRE RODRIGUEZ, JUAN IGNACIO  
 DURANTEZ RUBIO, TERESA MARÍA  
 FAUNDEZ ROMERO, MACARENA  
 GARCÍA GONZÁLEZ, SAMANTHA  
 GÓMEZ HERRADA, JORGE  
 HERRERA ACULAR, BEATRIZ  
 JIMÉNEZ ESTEFANÍA, LUCÍA  
 LEÓN BADAÑO, PABLO ANTONIO  
 LERMA GARCÍA, MARÍA  
 MARTÍNEZ COLLAR, PABLO  
 MARTÍNEZ FALERO ROTHSCHILD, BEGO  
 MICALLÉ, FINNIK  
 MONTES COLOMER, ANA  
 OLIVER ROSSELLO, CARME  
 ORIO, DOMÍNGUEZ, MARÍA MARÍA  
 PELLERIN CASTILLO, CARLOS  
 PEÑA ALONSO, MARÍA TERESA  
 PERRERA ORTIZ, ELENA  
 PRADA SANCHEZ, DAVID  
 SANTOS PÉREZ, CAROLINA

Exposición taller interdisciplinaria sobre la gravedad / zona biblioteca. MARZO 2023  
 Fundamentos Físicos de la Arg. II + Historia de la Arg. 3 + Proyectos IV

Blanca Muro + Gastón Sanglier + Fco. Javier Sáenz + Carlos M. Iglesias

Fuente: Elaboración propia, autores

**FIGURA 15.** Maqueta de trabajo



Fuente: Taller de maquetas

## 5. RESULTADOS

La experiencia docente ha impulsado el trabajo en equipo y el desarrollo de las competencias blandas al aprender el concepto abstracto de la gravedad colaborando conjuntamente. Han valorado muy positivamente este taller innovador incrementando su interés por aprender y experimentando, tanto en el taller de maquetas, como, especialmente, en la visita al Hipódromo, momento emocionante donde comprobaron con el modelo real sus postulados teóricos (Mora, 2017)<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> Para Francisco Mora, neurocientífico y humanista “La emoción es uno de los fundamentos biológicos más profundos de todo ser vivo y, desde luego, de la existencia humana. Por eso la

## 5.1. ENCUESTAS DE SATISFACCIÓN

Los estudiantes han aumentado significativamente su motivación al aprendizaje reflejado en sus encuestas de satisfacción. De 76 estudiantes, 52 completaron la encuesta anónima, un 68,5% del total, con un resultado positivo de 4,47 puntos sobre 5 posibles.

**FIGURA 16.** Encuesta de satisfacción. Formulario Forms



Fuente: Elaboración propia. Autores

Según relatan los estudiantes en sus reflexiones personales, con este taller han comprendido el significado de la aplicación de la gravedad en la arquitectura, han experimentado la herramienta de la maqueta como

---

emoción está en el corazón mismo del funcionamiento del cerebro", y postula que sólo se puede aprender aquello que se ama.

instrumento de pensamiento (hacer con las manos, pensar con las manos), han descubierto la importancia del trabajo en grupo donde han tenido que acordar decisiones fomentando el espíritu crítico y creativo y han vivido la experiencia real de la visita al edificio como artefacto construido en su escala y emplazamiento originales. Sus comentarios coinciden mayoritariamente en que han logrado la comprensión del concepto de gravedad y su aplicabilidad en los proyectos de arquitectura e ingeniería y han interiorizado las ventajas del trabajo colaborativo en equipos donde han aprendido colectivamente.

**FIGURA 17.** *Comentarios de los estudiantes*

Ha sido una actividad interesante, hemos comprendido la aplicación de la gravedad en la arquitectura y como los arquitectos tienen que desafiarla para construir maquetas y conseguir llevar las ideas puestas en el papel en edificios reales. También ha sido una buena forma de contacto con la maquetación y la asignatura de proyectos del año que viene. Colaborando con Alumnos de tercero hemos visto tanto su forma de trabajar como el lenguaje avanzado que utilizan y su manejo con los materiales y maquetas lo que hace que al menos no vayamos ciegos en los próximos años. Otra ventaja ha sido el intercambio de información con los alumnos de tercero que nos contaron su experiencia y problemas comunes que pasan. Hablando de la propia obra del Hipódromo, es

El taller de maqueta junto a los alumnos de primero de carrera ha sido una experiencia bastante agradable, tanto por el hecho de maquetar el gran proyecto del Hipódromo de la Zarzuela de Carlos Arniches Moltó y Martín Domínguez, como por el hecho de haber interactuado con otros alumnos de otros cursos y compartir ideas, pensamientos, soluciones o sensaciones, ya que trabajar en equipo es mucho más llevadero, fácil y eficiente. Por otro lado, al igual que agradable, ha sido todo un reto, ya que el objetivo de la actividad era recrear la estructura del hipódromo con cartulina. No obstante, aunque los de tercer curso fuéramos los “mentores” y los ayudáramos en el proceso de la realización de la maqueta en cuanto al manejo y la utilización del material, los de primer curso también nos han proporcionado grandes ideas en cuanto a la solución de la ejecución de la maqueta para que se sostenga firmemente y así poder aprender con ello, así como ellos también han podido aprender mucho sobre la física del proyecto para su asignatura correspondiente.

Fuente: Estudiantes del taller

**FIGURA 18.** Comentarios de los estudiantes

**Al afrontar este análisis desde una experiencia colectiva hemos podido descubrir de primera mano la importancia del trabajo en grupo, esencial en el suministro de nuevos puntos de vista, ideas y formas de afrontar un mismo desafío común, algo que resulta tremendamente importante en nuestro oficio y con lo que deberemos convivir en el futuro día a día, siendo capaces de construir una única idea común ensamblando múltiples y variadas formas de pensar.**

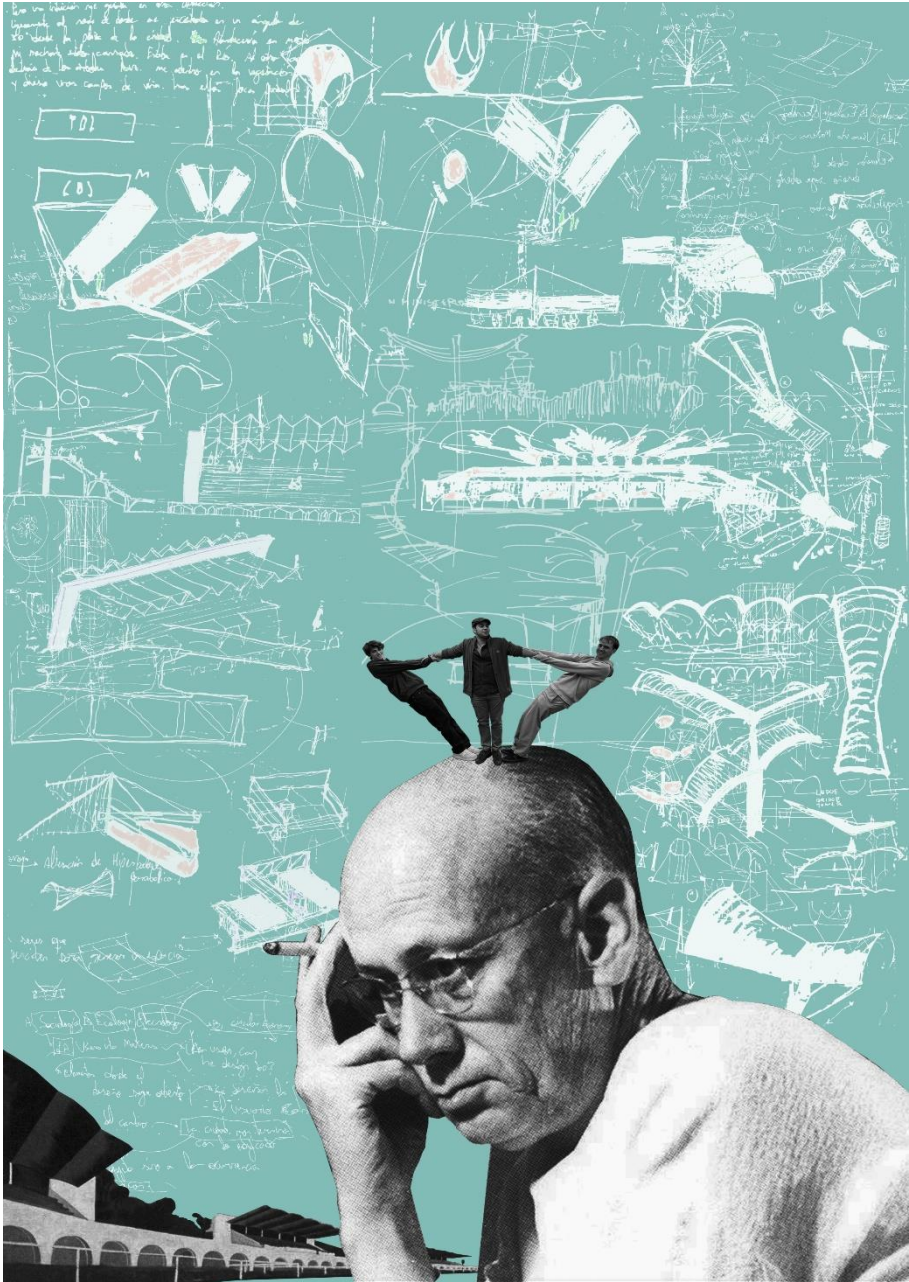
Fuente: Estudiantes del taller

## 6. CONCLUSIONES

- Se ha favorecido el aprendizaje autónomo y activo de los estudiantes al enfrentarse ellos mismos al entendimiento de conceptos físicos y su aplicabilidad en el proyecto.
- Se ha desarrollado la transversalidad de procesos de aprendizaje y la evaluación por competencias: distintas asignaturas en cursos diferentes que se complementan.
- Se ha promovido el aprendizaje colaborativo: trabajos en equipos mixtos en el taller de maquetas.
- Se ha impulsado la socialización educativa en los 11 equipos de estudiantes
- Se ha impulsado la Mentorización colaborativa entre estudiantes de tercer y primer curso del grado de arquitectura



**FIGURA 19.** Fotomontaje de procesos de croquización del taller



Fuente: Estudiantes del taller

## 7. REFERENCIAS

- Arniches, C., Domínguez, M., Torroja, E. (1948). El Hipódromo de la Zarzuela. *Revista Nacional de Arquitectura*, nº 81.
- Arnuncio, J.C. (2007). Peso y levedad. Notas sobre la gravedad a partir del Danteum. *Arquia/temas*.
- Bauman, Z. (2020). *Sobre la educación en un mundo líquido*. Paidós Ibérica
- Campo, A. (2020). Estereotómico vs Tectónico. *Trece trucos de arquitectura*. Ed. ABC.
- Ferrer, E. (2022). La variabilidad neuronal y el diseño universal para el aprendizaje (DUA). *Journal of neuroeducation*: Vol. 3, Núm. 1. <https://doi.org/10.1344/joned.v3i1.38611>.
- Fullaondo, J.D. (1967). Eduardo Torroja. Desde la arquitectura. *Nueva Forma*, nº 23
- García Z. (2021). “El Concert Hall de Mies: el programa de posgrado del IIT como laboratorio de ideas”. *Revista Constelaciones*, nº 9. Pp 47-58.
- Junquera, J. (2014). Restauración y Rehabilitación del recinto de carreras del Hipódromo de la Zarzuela. *Palimpsesto*, nº 10
- Lelliot, A. (2014). Understanding Gravity: The role of a school visit to a science centre. *International Journal of Science Education*, Vol. 4, pp.305-322.
- Linares, O. (2015). Tesis (Doctoral): La Estructuración del Espacio Arquitectónico por la Gravedad y la Luz. Universidad Politécnica de Catalunya
- Lynn, G. (1996). *Levedad*. Circo M.R.T. Coop.
- Manchado, R., Yeffer, P., Tonnyfer, M., Divier, A. (2021). Aprendizaje de los conceptos, masa, peso y gravedad en los estudiantes de grado noveno a través de modelos didácticos analógicos. Universidad de Medellín.
- Martín-Escanciano, L. (2015). Tesis (Doctoral). Corteza y gravedad: el plano del suelo como estrategia en la arquitectura contemporánea. E.T.S. Arquitectura (UPM).
- Mora, F. (2017). *Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama*. Alianza Editorial
- Moro, L. E., Viau, J. E., Zamorano, R. O., & Gibbs, H. M. (2007). Aprendizaje de los conceptos de masa, peso y gravedad. Investigación de la efectividad de un modelo analógico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 272-286.
- Navarro, J. (2017). *La columna y el peso*. 1973. Pre-textos
- Pérez, I., Navarro, C. (2022). Gamificar en tiempos revueltos. *Tándem: Didáctica de la educación física*, Nº 76, 2022, pp. 60-68
- Revans, R. (2011). *ABC of Action Learning*. Gower Publishing Limited.
- Serra, R. (2011). *Escritos y entrevistas. 1972-2008*. Universidad Pública de Navarra.
- Torroja, E. (1991), *Razón y ser de los tipos estructurales*. CSIC.

## MATEMAGIA COMO RECURSO MODIFICADOR DE LA ACTITUD HACIA LAS MATEMÁTICAS EN 6º CURSO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

---

FERNANDO ORTIZ GÓMEZ

*Universidad a Distancia de Madrid*

JOSÉ LUIS DÍAZ

*Universidad a Distancia de Madrid*

JULIÁN ROA GONZÁLEZ

*Universidad a Distancia de Madrid*

### 1. INTRODUCCIÓN

La propuesta de este trabajo de investigación tiene su foco en el uso de la magia y el ilusionismo como recurso educativo en las aulas de Educación Primaria. Dado que el foco principal se produce en el aula de matemáticas utilizaremos el término “Matemagia” para referirnos a este uso de la magia y el ilusionismo en las aulas. La intención de este trabajo, mediante una herramienta atractiva para el alumnado, es mejorar la actitud de los discentes hacia la asignatura y no únicamente mejorar la comprensión de determinados contenidos. El concepto de magia utilizado en este trabajo está asociado a la prestidigitación como forma de arte a la hora de presentar juegos o trucos para sorprender y emocionar al público.

El estudio se ha llevado a cabo con el alumnado de 6º curso de Educación Primaria del Colegio Litterator de Aranjuez que de forma voluntaria y anónima decidió participar en la investigación.

La finalidad inicial ha sido comprobar de forma cuantitativa si la magia como recurso didáctico y en particular los juegos basados en propiedades matemáticas consiguen modificar la actitud hacia las matemáticas y por lo tanto suponen una opción interesante a la hora de variar la

asignatura. Es por ello, que se han diseñado una serie de actividades para unos determinados contenidos curriculares con la intención de obtener una mejora en la actitud hacia las matemáticas por parte de los discentes o al menos en alguno de los factores que integran la actitud hacia esta.

La investigación sigue un enfoque cuantitativo y cuasi experimental y se apoya en la comparación de las puntuaciones obtenidas en una escala validada sobre actitud hacia las matemáticas completada, por los estudiantes que participaron en la propia investigación, antes y después de la intervención. Los datos recogidos se trataron de la forma más objetiva y transparente posible, realizando a continuación un estudio estadístico riguroso para poder presentar unos resultados lo más concisos posibles. Estos son presentados con la mayor precaución de no asegurar ni afirmar categóricamente ninguno de ellos, ya que la muestra no permite tales axiomas y además, el colegio donde se ha realizado la investigación tiene unas características particulares, ya que es un centro que tiene una apuesta clara por la tecnología y por tanto, no podrán ser extensibles a toda la población de alumnos y alumnas de 6º curso de Educación Primaria.

### 1.1. JUSTIFICACIÓN

Diferentes autores como Hidalgo et al. (2004) muestran que el gusto por las matemáticas decrece a medida que se va avanzando por los cursos de Educación Primaria hasta alcanzar valores inasumibles en los cursos superiores de la ESO, llegando al 49,5% el alumnado que muestra su desavenencia con esta materia, además afirman que al contrario que ocurre con el gusto por las demás asignaturas que permanece más o menos estable hasta llegar a Bachillerato, en Matemáticas se va perdiendo a medida que superan etapas educativas, de esta manera podemos asumir que el rechazo no es una condición impuesta sino que se adquiere a lo largo del tiempo en función de la experiencia.

A su vez, en el último informe PISA del 2018, al igual que en los anteriores, se obtuvieron resultados por debajo de la media de la OCDE. Estos resultados puede deberse a múltiples variables como, por ejemplo, la baja motivación ocasionada por el aburrimiento ante clases rutinarias, pesadas y monótonas (Ruiz, 2016) o la disparidad del currículo con el

desarrollo cognitivo de los discentes, que puede ocasionar que el alumnado se sienta perdido y no entienda lo que hace, porqué lo hace y por tanto, conlleve a la mala realización de ejercicios, problemas u otras tareas, desarrollando rechazo hacia la asignatura, conductas de evitación o incluso generando un sentimiento de insuficiencia o de incapacidad sobre la misma, hasta el punto de desarrollar una fuerte ansiedad ante las matemáticas (Ormrod, 2005).

Centrándonos en este punto, nuestro trabajo consiste en una propuesta de investigación de tipo exploratorio alineado con el ámbito de mejora de la enseñanza de las matemáticas planteado en la “Agenda para la acción 2018-2022” por parte de La Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM) y también con la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, con el fin de adaptar la enseñanza al alumnado que enuncia la responsabilidad que tienen las Administraciones educativas para promover alternativas metodológicas que personalicen y mejoren la capacidad de aprendizaje y los resultados de los discentes. De esta manera este estudio de investigación valorará la variación encontrada en la actitud hacia las matemáticas al utilizar el recurso expuesto anteriormente.

Indiscutiblemente la magia es una herramienta poderosa en matemáticas porque permite a los estudiantes aprender conceptos abstractos de una manera más divertida e interesante. Los trucos de magia involucran muchas habilidades matemáticas, como contar, clasificar, medir y calcular probabilidades. Además, la magia puede ayudar a los estudiantes a desarrollar su capacidad para pensar críticamente, resolver problemas y comunicarse de manera efectiva. Los trucos de magia y en nuestra investigación, los juegos matemáticos, también pueden inspirar a los estudiantes a explorar y potenciar su creatividad para la resolución de diferentes situaciones o problemas matemáticos. En resumen, aparentemente la magia es una forma divertida y efectiva de enseñar matemáticas en Educación Primaria, pero es necesario valorar de forma rigurosa su eficacia como recurso para mejorar la actitud hacia las matemáticas escolares.

## 1.2. ¿SERÁ CAPAZ LA MAGIA CAPAZ DE MODIFICAR LA ACTITUD HACIA LAS MATEMÁTICAS DEL ALUMNADO?

Intentando contestar a esta pregunta, el trabajo realizado durante esta investigación pretende medir la actitud hacia las matemáticas y en particular los siguientes factores que la integran: agrado, utilidad, ansiedad, confianza y motivación, mediante la escala de Auzmendi ya validada anteriormente en otros trabajos y que mide la actitud hacia las matemáticas.

**GRÁFICO 1.** Factores e ítems de la escala de actitud hacia las matemáticas de Auzmendi

Factores		Ítems
Utilidad	1	Considero las matemáticas como una materia muy necesaria en mis estudios.
	6	Quiero llegar a tener un conocimiento más profundo de las matemáticas.
	15	Espero tener que utilizar poco las matemáticas en mi vida profesional.
	16	Considero que existen otras asignaturas más importantes que las matemáticas para mi futura profesión.
	19	Me gustaría tener una ocupación en la cual tuviera que utilizar las matemáticas.
21	Para mi futuro profesional la matemática es una de las asignaturas más importante que tengo que estudiar.	
Ansiedad	2	La asignatura de matemáticas se me da bastante mal.
	3	Estudiar o trabajar con las matemáticas no me asusta en absoluto.
	7	Las matemáticas es una de las asignaturas que más temo.
	8	Tengo confianza en mi mismo/a cuando me enfrento a un problema de matemáticas.
	12	Cuando me enfrento a un problema de matemáticas me siento incapaz de pensar con claridad.
	13	Estoy calmado/a y tranquilo/a cuando me enfrento a un problema de matemáticas.
	17	Trabajar con las matemáticas hace que me sienta nervioso/a.
	18	No me altero cuando tengo que trabajar en problemas de matemáticas.
22	Las matemáticas hacen que me sienta incómodo/a y nervioso/a.	
Agrado	4	Utilizar las matemáticas es una diversión.
	9	Me divierte el hablar con otros de matemáticas.
	14	Las matemáticas son agradables y estimulantes para mí.
	24	Si tuviera oportunidad me inscribiría en más cursos de matemáticas de los que son obligatorios.
Confianza	11	Tener buenos conocimientos de matemáticas incrementará mis posibilidades de trabajo.
	20	Me provoca una gran satisfacción el llegar a resolver problemas de matemáticas.
	23	Si me lo propusiera creo que llegaría a dominar bien las matemáticas.
Motivación	5	La matemática es demasiado teórica para que pueda servirme de algo.
	10	Las matemáticas pueden ser útiles para el que decida realizar una carrera de "ciencias", pero no para el resto de los estudiantes.
	25	La materia que se imparte en las clases de matemáticas es muy poco interesante.

Fuente: elaboración propia

La mayoría de los estudios y experiencias previas consultadas en los que se ha utilizado el recurso matemagia u otro tipo de ilusionismo en el aula, carecen de datos objetivos cuantificables en los que basar las afirmaciones de que la magia consigue mejoras tanto en la asignatura de Matemáticas como en otras, parece que son argumentaciones que únicamente están apoyadas en la experiencia y en la observación en el aula.

El estudio de Fernández y Lahiguera (2014) sí recoge una serie de datos objetivos en cuanto a la acogida de la matemagia en 3º y 4º curso de Educación Primaria en escuelas rurales mediante una escala *ad hoc* diseñada específicamente para su estudio. Estos autores se apoyan en sus datos para asegurar una mejoría del alumnado hacia la asignatura y también asignan al recurso un valor útil para el profesorado participante en el estudio ya que de manera casi unánime aseguraron volver a utilizarlo en siguientes cursos porque no les había supuesto ningún trabajo adicional y habían recibido un buen *feedback*.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVOS GENERALES

- Determinar si el uso de la matemagia como recurso didáctico varía la actitud hacia las matemáticas, seccionándola en los siguientes factores: agrado, utilidad, ansiedad, confianza y motivación.
- Proponer posibles estudios posteriores o nuevas líneas de trabajo a futuro, minimizando las posibles debilidades encontradas en el desarrollo del estudio con el fin de mejorarlo.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar la fiabilidad de la escala utilizada con los datos obtenidos en ambos cuestionarios.
- Medir y comparar los diferentes factores que se aúnan en la actitud hacia las matemáticas en 6º curso de Educación Primaria, antes y después de la utilización del recurso matemagia.
- Analizar los resultados obtenidos y contrastarlos con otras investigaciones que hayan utilizado matemagia en Educación Primaria.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. TIPO DE ESTUDIO Y PERIODO DE INTERVENCIÓN.

La investigación llevada a cabo durante el presente trabajo se trata de un estudio cuasi experimental con un enfoque exploratorio cuya meta inicial pretende obtener una serie de datos con los que realizar una aproximación sobre cómo la matemagia puede causar una variación en la actitud hacia las matemáticas en 6º curso de Educación Primaria.

La metodología llevada a cabo durante la investigación es de tipo cuantitativa, basando el estudio en la medición y análisis de unos datos recogidos mediante dos cuestionarios idénticos (escala de actitud hacia las matemáticas de Auzmendi): el primero antes de utilizar el recurso y el segundo una vez se ha terminado la intervención.

El método tiene un diseño cuasi experimental ya que los grupos de los que se han obtenido los datos no han sido formados de manera aleatoria. El estudio llevado a cabo ha sido longitudinal ya que se ha implementado durante un periodo de tiempo, estudiando las mismas variables antes y después de la utilización del recurso.

La duración de la intervención en el centro ha sido de cuatro días, aplicando el recurso objeto de este trabajo en tres sesiones en cada una de las cuatro aulas existentes en el colegio.

#### 3.2. PROCEDIMIENTO DOCUMENTAL.

Para realizar la investigación, se informó a la Dirección y Jefatura de Estudios del Colegio Litterator de Aranjuez y se propuso realizar la investigación en el conjunto de las aulas de 6º curso de primaria, para ello se entregó la escala que se iba a utilizar al inicio y al final del estudio. Asimismo, se expuso de manera resumida el objeto y el procedimiento que se llevaría a cabo durante la investigación. El colegio tras informar y consultar a los profesores tutores de las diferentes aulas de 6º curso, mostró su conformidad y disposición para que se realizase la investigación en el centro. De esta manera la directora del colegio entregó su conformidad a los investigadores. Tras una reunión con los 2 profesores que imparten la asignatura de Matemáticas en las 4 aulas de 6º curso, se



fijó un calendario y se concretaron los contenidos que deberían trabajarse durante la realización de la intervención. Asimismo, se realizó la entrega del modelo de autorización para que las familias permitieran participar a los alumnos en la investigación. Todas las familias o tutores legales de los alumnos y alumnas de 6º aceptaron la participación voluntaria y anónima de estos en el estudio.

A lo largo de esta reunión también se estimó oportuno que los cuestionarios se realizarían en presencia del autor de la investigación durante la primera sesión de clase impartida por este, así como en la última, para que en caso de existir alguna duda con los ítems de la escala pudiese ser resuelta por el investigador en ese mismo momento.

De esta manera la intervención para el estudio constaría de tres sesiones en cada una de las aulas, como se mencionó anteriormente, utilizando el recurso objeto del estudio, trabajando la unidad didáctica de Áreas y Volúmenes dentro del bloque de Geometría.

Para terminar esta primera fase, una vez que los contenidos habían sido fijados llegó el momento de realizar la búsqueda de diferentes efectos mágicos y juegos matemáticos para poder ser expuestos y trabajados en la parte práctica y se planificó detalladamente cada una de las tres sesiones.

El tratamiento de los datos se ha realizado de forma anónima asignando un número aleatorio a cada participante e informando a los participantes de sus derechos de tratamiento de datos y de desistimiento.

### 3.3. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS JUEGOS

Para la puesta en práctica del recurso en el aula se han seleccionado juegos matemáticos para realizar mentalmente, otros en los que se necesita operar con papel y bolígrafo, juegos con cuerdas, juegos de manos, otros con materiales manipulativos, juego tecnológico diseñado por el investigador para realizar con tablet a través de una URL y, por último, recorribles y puzles.

Todos los juegos que se han elegido tienen la particularidad de poder ser aprendidos con una simple explicación y sin tener que recurrir a complejas manipulaciones. No se necesita saber ninguna técnica utilizada

por magos, salvo algún juego simple que se puede enseñar y explicar su ejecución de manera sencilla, así como la solución o la trampa en el momento de trabajar el mismo. La idea de utilizar juegos ‘simples’ es que pueda ser extensible al conjunto de docentes con la mínima formación en magia posible, aunque conviene no olvidar y se debe tener en cuenta que los juegos no por ser matemáticos o automáticos son simples de realizar. En este caso el profesor convertido en mago durante unos minutos debe ser capaz de transmitir las emociones y de generar ese ambiente de expectación ante lo que va a ocurrir, buscando la sorpresa y la fascinación por lo inesperado e inexplicable.

DaOrtiz (2018) explica que la dificultad o la sencillez a la hora de hablar de un juego de magia es únicamente referida a la técnica. La manera en la que ese juego llegue, en este caso a los alumnos, depende del profesor convertido en mago y exige una preparación además de un entrenamiento en cuanto a la comunicación y en cómo exponer el efecto que se va a presentar. Sin embargo, para los juegos elegidos durante el estudio solamente se necesitará un mínimo entrenamiento para evitar fallos a la hora de realizarlos. Conviene no olvidar como expone Ruiz (2016) que un truco o una trampa no es un juego de magia, este último exige preparación y un clima de misterio que bien realizado producirá asombro y sorpresa.

#### 3.4. SESIONES DE CLASE

El desarrollo de cada una de las sesiones de matemáticas con las que se va a desarrollar la investigación utilizando el recurso de matemagia se divide en tres bloques:

##### 3.4.1. Juego inicial

Realización de un juego matemático al inicio de la sesión poniendo en práctica cálculo aritmético mental en el que todo el alumnado llegue a la misma solución, buscando de esta manera la sorpresa y la curiosidad, intentando atraer la atención desde los primeros momentos de la clase. No es necesario que esté diseñado para geometría. La duración no debe exceder de los primeros cinco minutos de clase.

### 3.4.2. Juego de contenidos

Explicación de los contenidos programados apoyándose en un juego manipulativo de figuras geométricas, de esta manera conseguiremos realizar unos aprendizajes más significativos si son los propios discentes los que ‘tocan’ y ‘sienten’ las matemáticas en sus manos.

### 3.4.3. Juego cierre

Juego final que vuelva a trabajar los contenidos anteriormente tratados. Este juego fue explicado para que los discentes puedan replicarlo. La idea principal de este último juego es que el alumnado sea capaz de trabajar esos contenidos fuera del aula, haciendo el juego a sus familiares o amistades y de esta manera repasar la unidad de una manera más divertida.

## 3.5. TOMA DE DATOS

Para asegurar la confidencialidad de los participantes en el estudio, a cada alumno y alumna les fue asignado un número al azar entre el 1 y el 25 en cada una de las clases, excepto en un aula donde el alumnado era de 26, por tanto, también hubo un número 26. Los profesores titulares de Matemáticas fueron los únicos que conocían las identidades asociadas a de cada uno de esos números con la finalidad de extraer del estudio a los participantes que no cumplieran con el requisito de estar presentes durante las tres sesiones planificadas, de este modo, ante la ausencia de alguno de los discentes, los profesores debían informar al investigador de qué número asociado a la investigación debería ser excluido de la misma.

Aprovechando que en este colegio todos los alumnos disponen de un iPad con conexión a internet, la escala se presentó al alumnado mediante un Google Forms, con una dirección de acceso donde pudieron rellenar el cuestionario al inicio de la primera sesión.

Igualmente, cuando finalizó cada una de las terceras sesiones en cada una de las aulas de 6º curso objeto de la investigación, se pidió a los participantes que volvieran a acceder al cuestionario de la investigación y nuevamente utilizando su número asociado a la misma, contestaran pensando en una asignatura de Matemáticas trabajada con una metodología similar a las sesiones de esa semana.

### 3.6. MUESTRA

La muestra obtenida en el estudio para medir la actitud hacia las matemáticas y por tanto, con la que se han realizado todos los cálculos, quedó fijada en 85 participantes. Es una muestra no representativa de la población “alumnos de 6º curso de Educación Primaria” ya que la investigación se ha llevado a cabo en un único colegio, el Colegio Litterator, con unas características propias: concertado, urbano, tecnológico, etc. Además, es una muestra pequeña con relación a la población general de estudiantes de 6º curso de Educación Primaria. Por tanto, al ser una muestra no representativa, no se pueden presentar conclusiones abiertas a toda la población o generalizar los resultados, ya que el estudio solamente abarca a un tipo de estudiantes determinado por el centro elegido.

El tamaño de la muestra ha sido conformado tras la decisión de solamente utilizar los formularios de aquellos alumnos o alumnas que hayan permanecido durante las tres sesiones en las que se ha puesto en práctica el recurso de la investigación. De este modo y aun habiendo obtenido 99 formularios iniciales, quedando reducida inicialmente a 96 debido a que hubo formularios enviados por duplicado. Igualmente, el número de formularios recibidos al final de las tres sesiones en las que se puso en práctica el recurso elegido fue 93, eliminando dos de ellas por nuevamente tener dos de formularios duplicados. Además, y por último se excluyó a los participantes ausentes en cualquiera de las tres sesiones programadas, quedando de este modo el tamaño de la muestra  $n = 85$ .

Además de la primera asociación numérica a cada discente, en el momento de la realización de los diferentes cálculos, se ha codificado a cada uno de los participantes pertenecientes a la muestra con un número asociado a la investigación del 1 al 85 para poder hacer estudios a nivel individual en caso de ser necesario.

### 4. RESULTADOS

Esta parte del trabajo se ha focalizado en la fiabilidad de la escala utilizada, la significatividad de uso del recurso como modificador de la actitud y las medias aritméticas obtenidas antes y después de haber empleado el recurso en las sesiones de clase.

#### 4.1. FIABILIDAD DE LA ESCALA CON LOS DATOS RECOGIDOS

Para estudiar la consistencia de la escala, se calculó el  $\alpha$  de Cronbach tanto para los resultados obtenidos en cada uno de los factores, así como para el conjunto total de datos de la escala. Asimismo, se calculó por duplicado, la primera vez con los datos iniciales y la segunda con los datos del final del estudio.

Utilizando la muestra  $n = 85$  participantes con la que se realizaron los cálculos en la investigación, los valores del  $\alpha$  de Cronbach son los presentados en la siguiente tabla:

**TABLA 1.** Valores de  $\alpha$  de Cronbach de datos iniciales y finales

$\alpha$ de Cronbach	Datos Iniciales	Datos finales
Puntuación total	0.693	0.673
Agrado	0.766	0.708
Utilidad	0.739	0.766
Ansiedad	0.890	0.914
Motivación	-0.363	0.094
Confianza	0,431	0.455

Fuente: elaboración propia

Para asegurar una buena fiabilidad o consistencia es necesario que el  $\alpha$  de Cronbach se encuentre entre valores de 0.6 y 0.8, sin embargo, para tomar una fiabilidad como muy buena es necesario situar el parámetro entre 0.8 y 1.

#### 4.2. VARIACIÓN DE MEDIAS MUESTRALES DE LOS FACTORES

En la siguiente tabla se muestran los datos calculados de las medias de cada uno de los factores, además de la media global de la actitud hacia las matemáticas obtenidas al inicio y al final de la intervención.

**TABLA 2.** Valores de las medias iniciales y finales

Escala	$\bar{x}$ Inicial	$\bar{x}$ Final
Puntuación total	3.646	3.733
Agrado	2.912	3.04
Utilidad	3.769	3.733
Ansiedad	3.889	4.075
Motivación	3.016	3.075
Confianza	4.278	4.290

Fuente: elaboración propia

#### 4.3. SIGNIFICATIVIDAD DE LOS FACTORES

El grado de significatividad calculado con un error del 0.05 para cada uno de los factores que integran la escala de actitud hacia las matemáticas de Auzmendi son los siguientes:

**TABLA 3.** Significatividad mediante prueba *t* (error 0.05)

Factor	Agrado	Utilidad	Ansiedad	Motivación	Confianza
Significatividad	0.073	0.513	0.000	0.482	0.854

### 5. DISCUSIÓN

#### 5.1. VARIACIÓN DE MEDIAS MUESTRALES Y SIGNIFICATIVIDAD DE LOS FACTORES

Con los datos expuestos en la **Tabla 2** se puede comprobar como las medias muestrales de los datos obtenidos en el estudio tienen una variación pequeña, obteniendo en el mejor de los casos una diferencia que no llega a dos décimas correspondiente al factor Ansiedad.

El factor utilidad ha sido el único que ha disminuido la media al finalizar las sesiones, siendo 0.036 el resultado desfavorable en cuanto a la utilización del recurso. Todos los demás factores han obtenido una mejor media tras la intervención.

Conviene resaltar el dato tanto inicial como final respecto a la actitud total hacia las matemáticas obtenido al realizar las escalas. Los valores obtenidos se encuentran en torno a 3.7, esto indica que la actitud de esta

muestra de alumnos de 6º de Primaria se situaría alrededor del 6.75 sobre 10.

La intervención que hemos llevado a cabo ha producido pequeños cambios en todos los factores estudiados, pero estas variaciones producidas no tienen por qué ser atribuidas siempre al recurso utilizado, en nuestro caso conviene resaltar diferentes variables que pueden ser causantes de estas variaciones no significativas:

1. La investigación ha sido realizada por un profesor externo al centro, eso conlleva que determinados alumnos prefieran o tengan más afinidad con el profesor investigador o a la inversa.
2. Se modificó el horario y varias de las sesiones fueron ubicadas en otras franjas horarias e incluso en alguno de estos cambios se perdieron 15 minutos de la duración de la sesión establecida anteriormente. Normalmente esta asignatura está establecida en las primeras horas de la mañana y la programación de la intervención no lo permitió, al ser un único profesor-investigador el que debía pasar por las 4 aulas donde se realizó el estudio.
3. El estado de ánimo del alumnado en el momento de rellenar los formularios también debe tenerse en cuenta, por ejemplo, no es lo mismo rellenar un cuestionario antes de exámenes en horas posteriores o por haber recibido calificaciones en sesiones previas.
4. El azar es otro factor a tener en cuenta. Seguramente un mismo alumno o alumna no conteste el formulario de manera similar en caso de realizar la misma prueba dos veces seguidas.

Por lo tanto, al no tener el efecto esperado tras la utilización del recurso matemagia como modificador de la actitud hacia las matemáticas declaramos esta como hipótesis nula. La aceptación de la hipótesis nula supone asumir que las medias obtenidas antes de la intervención y después de la misma son las mismas o que la mínima variación existente no ha sido causada por la metodología llevada a cabo durante la intervención. En las medias de los factores: utilidad, motivación y confianza no se obtienen diferencias significativas por lo que se acepta la hipótesis nula en estas dimensiones igualmente.

Sin embargo, como se puede observar en la **Tabla 3** el nivel de significatividad del factor agrado es de 0.073, por lo que se acepta la hipótesis nula, pero resulta muy cercano a la significación, marcada en 0.05 y por lo tanto se puede intuir que el impacto del recurso expuesto ha sido moderado.

El factor ansiedad merece una distinción, ya que se ha obtenido un nivel de significación de 0.000 lo que permite rechazar la hipótesis nula y aceptar que la metodología basada en la utilización del recurso matemagia durante la intervención ha producido una reducción significativa de la ansiedad matemática.

Por ello, puede declararse una hipótesis alternativa como: la introducción del recurso matemagia produce un cambio en el factor ansiedad, basándonos en los cambios significativos expuestos con un nivel de error  $< 0.05$ .

## 5.2. ESCALA DE ACTITUD HACIA LAS MATEMÁTICAS DE AUZMENDI EN EDUCACIÓN PRIMARIA

La idea de analizar la fiabilidad de la escala respecto a los datos recogidos en esta investigación surge ya que en un primer momento esta escala no fue diseñada para el alumnado de Educación Primaria como se mencionó anteriormente y no se ha encontrado ninguna investigación anterior que lo haya realizado con alumnos de 6º curso.

Los datos recogidos en conjunto en la **Tabla 1** sugieren que la escala elegida tiene una consistencia alta, especialmente en el factor ansiedad. De igual modo es cierto que en los factores motivación y confianza los resultados obtenidos no servirían para validar sus medidas. Los motivos al igual que afirma Auzmendi (1992) puede deberse a que estos dos factores son menos específicos, ya que son calculados únicamente con tres ítems y la fiabilidad estudiada a través del  $\alpha$  de Cronbach pierde eficacia cuantos menos elementos tienen las dimensiones.

Una vez expuestos los resultados obtenidos de la fiabilidad de la escala de Auzmendi, de manera general se puede aconsejar la utilización de la misma en 6º curso de Educación Primaria para medir la actitud hacia las matemáticas, ya que los resultados obtenidos muestran una fiabilidad relativamente alta.



También debemos tener en cuenta que basándonos en los momentos en los que fueron recogidos los datos, tanto por las dudas en la comprensión de alguno de los ítems, como en los resultados obtenidos, creemos que se deberían realizar una serie de modificaciones en la redacción de algunos de estos, haciéndolos más claros y concisos para esta etapa.

## 6. CONCLUSIONES

El trabajo de investigación que hemos realizado asumía una tarea realmente complicada, ya que intentamos cuantificar una actitud. Ya hemos expuesto anteriormente diferentes aspectos por los que resulta complicado obtener una medida real y objetiva de un concepto que interioriza una gran carga subjetiva y, además, se nutre de las experiencias personales de cada individuo, por lo tanto, pueden variar en cualquier momento, pero también es cierto que era la única manera de intentar apoyar una serie de afirmaciones de otros autores en cuanto al valor del recurso matemagia en experiencias de aula. Sin embargo, al calcular la consistencia de los resultados obtenidos podemos valorar positivamente la cuantificación de esta actitud, así como la de sus factores con la escala utilizada y podemos estimar como oportuno su uso futuro para investigaciones posteriores.

Los resultados obtenidos ya hemos expuesto que muestran una serie de pequeñas variaciones en la actitud del estudio y en cada uno de sus factores. Sin embargo, estas alteraciones no han sido imputables al uso del recurso matemagia en el aula de manera general. La percepción durante la investigación fue la de recoger unos resultados más notables en cuanto a la diferencia entre los iniciales y los finales, pero hay que tener en cuenta y valorar que las medias tanto de la actitud hacia las matemáticas como la de sus factores fue relativamente alta al inicio de la investigación. Posiblemente las características del alumnado perteneciente a un centro con unas características particulares, siendo muy tecnológico y ubicado en un barrio residencial donde el nivel socioeconómico de las familias es medio-alto, hace que la visión que tienen estos niños y niñas hacia las matemáticas sea considerablemente elevado. Por tanto, la variación buscada o el margen de mejora no era tan alto como podría

resultar si la investigación se hubiera realizado en otros centros con un valor de la actitud inicial hacia las matemáticas mucho menor. Además, una parte de los participantes del estudio ya habían recibido durante el curso anterior alguna sesión de Matemáticas con algún juego de magia. Posiblemente este punto reste el factor sorpresa con el que se debería contar al inicio del estudio.

Aun así, el factor ansiedad sí que ha tenido una variación considerable y sobre todo achacable al método basado en matemagia llevado a cabo durante la investigación. Consideramos este resultado como notable, a pesar de la suposición inicial de un impacto mayor en varias dimensiones, teniendo en cuenta que ha sido una intervención realmente corta y con una planificación demasiado centrada en la puesta en práctica de las diferentes magias.

Como línea de trabajo futura se espera comprobar si realizando una intervención más pausada y sobre todo más dilatada en el tiempo (curso escolar completo) con este recurso, podrían variar de una manera más categórica otras variables como el agrado o incluso la actitud al completo.

De hecho, en el factor agrado se intuye que posiblemente el recurso también haya sido el causante de su variación, aunque de una manera más moderada que con la ansiedad. Posiblemente incrementando el número de sesiones, se consiga antes o después un resultado significativo en cuanto al gusto por las matemáticas.

En Educación es difícil asegurar o generalizar unos resultados, de hecho, nuestro estudio no busca y además no puede hacerlo por la muestra utilizada, sin embargo, alguno de los resultados obtenidos sí que coinciden con alguna de esas posibles mejoras a la que se refieren otros autores, basadas en la observación. Si por esta fuera, y con la acogida que tuvimos durante la intervención por parte de los participantes, nosotros también hubiéramos asegurado que el agrado, la motivación, la ansiedad y seguramente la confianza iban a proporcionar unos resultados positivos respecto al objeto del estudio, pero los datos nos han revelado que esas observaciones no se corroboran con nuestros resultados y así lo hemos expuesto en nuestro trabajo.

Para un estudio minucioso de las variables y sus posibles alteraciones, se debería realizar en un periodo de tiempo más prolongado, proponiendo al menos un trimestre escolar.

Por nuestra parte, seguimos considerando que el estudio del recurso matemagia y su utilidad como modificador de la actitud hacia las matemáticas es un tema abierto de investigación y que plantea unos resultados iniciales prometedores. El estudio de nuevos planteamientos y planificaciones alternativas a la realizada, pueden dar lugar a nuevos trabajos de investigación y a la consolidación de la investigación en este área de la didáctica.

## 7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto de Innovación Docente, PIEIE de la Universidad a distancia de Madrid y ha sido llevado a cabo dentro del Grupo de Investigación OIE de la UDIMA.

Nos gustaría agradecer también la colaboración desinteresada y entusiasta del colegio Litterator y de las familias y alumnos de 6º curso de Primaria que participaron en el estudio.

## 8. REFERENCIAS

- Auzmendi, E. (1992). Las actitudes hacia la matemática – estadística en las enseñanzas media y universitaria. Características y medición. Mensajero.
- DaOrtiz, D. (2018). Los Semiatomáticos. Grupokaps.
- Fernández, R., y Lahiguera, F. J. (2014). Matemagia y su influencia hacia las matemáticas en la escuela rural. *Números*, 89(1), 33-53.
- Hidalgo, S., Maroto, A., y Palacios, A. (2004). ¿Por qué se rechazan las matemáticas? Análisis evolutivo y multivariante de actitudes relevantes hacia las matemáticas. *Revista de Educación*, 334, 75-95.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Llinares, S., Arce, M., González, M.<sup>a</sup>T., y Fernández-Plaza, J.A. (2017). SEIEM. Agenda para la acción 2018-2022.  
[https://www.seiem.es/docs/grupos/apla/SEIEM\\_AgendaParaLaAccion.pdf](https://www.seiem.es/docs/grupos/apla/SEIEM_AgendaParaLaAccion.pdf)

MEC. PISA 2018. Programa para la evaluación internacional de los estudiantes.  
OCDE. Informe español.

<https://www.educacionyfp.gob.es/inee/evaluaciones-internacionales/pisa/pisa-2018/pisa-2018-informes-es.html>

Ormrod, J. E. (2005). Aprendizaje humano (Vol. 4). Pearson Educación.

Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Boletín Oficial del Estado, España, 1 de marzo de 2014.

Ruiz, X. (2016). *Educando con magia: el ilusionismo como recurso didáctico*. Narcea Ediciones.

# MEDICIÓN DE LA ANSIEDAD MATEMÁTICA: REVISIÓN Y APLICACIÓN REAL EN ESTUDIANTES DEL GRADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y EDUCACIÓN INFANTIL

---

FERNANDO CALLE-ALONSO  
*Universidad de Extremadura*

## 1. INTRODUCCIÓN

La ansiedad matemática es un fenómeno común que puede afectar a estudiantes de todas las edades y niveles educativos. Puede tener un impacto significativo en su aprendizaje y rendimiento académico. Aunque se ha investigado ampliamente en estudiantes de educación primaria y secundaria, no se ha estudiado tanto a nivel universitario. En el caso de los estudiantes universitarios que se convertirán en futuros maestros, la ansiedad matemática puede tener un impacto significativo tanto en sus logros académicos como en su autopercepción como aprendices y también como docentes de matemáticas. Esto puede marcarlos permanentemente y afectar su forma de enseñar las matemáticas. Por lo tanto, es importante explorar la ansiedad matemática en este grupo de estudiantes para comprender mejor sus causas y efectos, así como desarrollar y evaluar intervenciones para reducir la ansiedad matemática y mejorar su rendimiento.

En primer lugar, se ha tratado de resumir brevemente algunos de los principales estudios que miden la ansiedad matemática entre los estudiantes, centrándonos en medidas de autoinforme. La búsqueda bibliográfica se ha realizado en inglés, utilizando bases de datos electrónicas con las palabras clave "math anxiety", "primary education", "secondary education", "university students", "measurement", "undergraduate" and

"self-report". Se incluyeron un total de 41 estudios publicados entre 1978 y 2023 en esta revisión.

De esta revisión se extrajo que la medida más utilizada de ansiedad matemática entre los estudiantes universitarios es la Escala de Evaluación de Ansiedad Matemática (Mathematics Anxiety Rating Scale MARS, por sus siglas en inglés), que se ha traducido a varios idiomas y ha demostrado buena fiabilidad y validez (Mainsky et al., 2006). Otras medidas utilizadas pueden ser: el Inventario de Ansiedad ante los Exámenes (Test Anxiety Inventory TAI, Szafranski et al. 2012), o el Cuestionario de Ansiedad Matemática (Math Anxiety Questionnaire MAQ, Wigfield y Meece 1988).

En la revisión también se identificaron varias limitaciones de las medidas actuales de ansiedad matemática entre los estudiantes universitarios. Estas incluyen la falta de consenso sobre la definición de ansiedad matemática, la falta de desarrollo y validación de medidas específicas para ciertas subpoblaciones de estudiantes universitarios y la falta de diferenciación entre la ansiedad matemática y otros constructos relacionados, como la autopercepción y la confianza en el proceso de aprendizaje.

### 1.1. LA MEDICIÓN DE LA ANSIEDAD MATEMÁTICA

La ansiedad matemática ha sido un tema de interés en la investigación educativa durante el último siglo. Se considera un constructo complejo que involucra componentes cognitivos, emocionales y conductuales, y puede manifestarse de diferentes formas, como por ejemplo: evitar actividades relacionadas con las matemáticas, presentar dificultad para comprender y retener conceptos matemáticos, u obtener bajo rendimiento en actividades y exámenes de matemáticas (Suinn y Winston, 2003).

La ansiedad matemática se define de varias formas y ese es uno de ellos problemas que se encuentran a la hora de especificar qué identificamos con este concepto. Una definición plantearía la ansiedad matemática como una intensa respuesta emocional negativa ante la simple idea de participar en tareas matemáticas (Beilock y DeCaro, 2007). Otra posible definición sería "sentimientos de tensión y ansiedad que interrumpen la

capacidad de una persona para hacer matemáticas y afectan el rendimiento y la actitud hacia las matemáticas" (Tobias, 1990). Esta definición destaca la relación bidireccional entre la ansiedad matemática y el rendimiento matemático. Desde la década de 1970, ha sido objeto de amplia investigación en psicología educativa. El trabajo pionero de Richardson y Suinn (1972) sobre este tipo de ansiedad estableció el marco conceptual y metodológico para investigaciones futuras. Desde entonces, se han realizado numerosos estudios para investigar la ansiedad matemática en diferentes niveles educativos y poblaciones de estudiantes.

La ansiedad matemática también ha recibido mayor atención en el campo de la neurociencia cognitiva en las últimas décadas (Buckley et al., 2016). Los estudios han utilizado técnicas de neuroimagen para explorar los mecanismos neuronales subyacentes a la ansiedad matemática. Los hallazgos indican que la ansiedad matemática está asociada con una mayor activación en áreas del cerebro involucradas en la emoción y la atención, así como una menor activación en áreas del cerebro implicadas en la resolución de problemas (Lyons y Beilock, 2012).

Las consecuencias negativas de la ansiedad matemática se extienden más allá del rendimiento académico en matemáticas. Se ha demostrado que la ansiedad matemática se correlaciona con otros resultados negativos, como un menor rendimiento académico general, baja autoestima y aspiraciones profesionales más bajas (Ashcraft y Kirk, 2001). La ansiedad matemática también puede afectar el bienestar general y la calidad de vida de los estudiantes, lo que conduce a niveles más altos de estrés, ansiedad y depresión (Ashcraft y Faust, 1994).

Dadas las consecuencias negativas que puede producir la ansiedad matemática en el aprendizaje y el bienestar general de los estudiantes universitarios, es importante comprender la prevalencia, los predictores y las consecuencias de la ansiedad matemática, así como desarrollar y evaluar intervenciones para reducirla y mejorar el rendimiento académico en matemáticas. La medición precisa de la ansiedad matemática es un primer paso crucial en este proceso, ya que permite a los investigadores y profesionales identificar a los estudiantes en riesgo de ansiedad matemática y evaluar la eficacia de las intervenciones.

Existen varias medidas disponibles para evaluar la ansiedad matemática, incluyendo medidas de autoinforme, medidas de rendimiento y medidas fisiológicas. Las medidas de autoinforme son el método más comúnmente utilizado para evaluar la ansiedad matemática, ya que son fáciles de administrar y pueden proporcionar información valiosa sobre las experiencias subjetivas de los estudiantes con respecto a la ansiedad matemática. Nos centraremos en las medidas de autoinforme de la ansiedad matemática, con un énfasis particular en aquellas con un buen nivel de confianza y validez.

## 1.2. ÍNDICES DE MEDICIÓN DE LA ANSIEDAD MATEMÁTICA

Para evaluar y comprender este constructo complejo, se han desarrollado diversos índices y escalas que permiten medir la ansiedad matemática en diferentes contextos. En esta sección, se presentará un breve resumen sobre diferentes tipos de índices utilizados para su medición, teniendo en cuenta el nivel de estudios del alumnado en el que se trata de medir la ansiedad matemática.

Antes de comenzar a comentarlos, cabe decir que, de forma general, los índices se dividen en: índices de autoinforme e índices de medidas objetivas (de rendimiento y fisiológicas). Quizás los más comunes son los índices de autoinforme. Estos índices se basan en la autorreflexión de los participantes sobre diferentes aspectos y situaciones durante el proceso de aprendizaje de las matemáticas, y permiten a los individuos reportar sus propias percepciones y experiencias en relación con la ansiedad matemática. Por ejemplo, una escala de autoinforme puede evaluar diferentes dimensiones de la ansiedad matemática, como el miedo a los exámenes, la ansiedad relacionada con el rendimiento y las emociones negativas asociadas a la resolución de problemas matemáticos (Ashcraft & Moore, 2009; Richardson & Suinn, 1972). Estos índices han demostrado su utilidad en la medición de la ansiedad matemática en diferentes grupos de edad, como estudiantes universitarios (Hopko et al., 2003), estudiantes de secundaria (Nguyen et al., 2019) o estudiantes de primaria (Ramirez et al., 2016).

Además de los índices de autoinforme, también se han utilizado medidas objetivas para evaluar la ansiedad matemática. Estas medidas se basan



eminentemente en indicadores fisiológicos o comportamentales y proporcionan una evaluación más objetiva del nivel de ansiedad experimentado por los individuos. Por ejemplo, la respuesta de conductancia de la piel se ha utilizado como un indicador objetivo de la activación emocional y se ha relacionado con la ansiedad matemática en varios estudios (Wang et al., 2021; Brown et al., 2015). Asimismo, la frecuencia cardíaca se ha utilizado como una medida objetiva de la respuesta del sistema nervioso autónomo al estrés y la ansiedad, y ha mostrado una asociación con la ansiedad matemática en estudios previos (Ashcraft & Moore, 2009). Estas medidas objetivas proporcionan una perspectiva complementaria a los índices de autoinforme y pueden ayudar a obtener una evaluación más completa.

La elección del índice adecuado para medir la ansiedad matemática depende del contexto de estudio y de los objetivos de investigación. Los índices de autoinforme, son útiles para obtener información subjetiva de los participantes sobre su ansiedad matemática. Estos índices han sido ampliamente utilizados y validados en diversos estudios (Lee & Bobko, 2017; John & Smith, 2014). Por otro lado, las medidas objetivas, como la respuesta de conductancia de la piel y la frecuencia cardíaca, brindan una perspectiva más objetiva y pueden complementar la información proporcionada por los índices de autoinforme (García et al., 2018; Wang et al., 2021).

Es importante destacar que la elección del índice debe basarse en consideraciones teóricas y en la adecuación del instrumento para el grupo de población objetivo.

### 1.2.1. Educación Primaria

La ansiedad matemática es un problema común en la educación primaria. Los estudios han mostrado que los estudiantes de educación primaria tienden a tener niveles bajos de ansiedad matemática en comparación con los estudiantes de niveles educativos superiores (Chinn, 2009). Sin embargo, la ansiedad matemática ya puede manifestarse en formas sutiles en los estudiantes de educación primaria, como por ejemplo evitando la participación en actividades matemáticas y teniendo una actitud negativa hacia las matemáticas (Ramírez et al. 2013).

Las investigaciones han conseguido identificar algunos de los factores que contribuyen a la ansiedad matemática en estudiantes de educación primaria. Por ejemplo, se ha descubierto que el apoyo parental, la actitud de los maestros hacia las matemáticas y la percepción del propio rendimiento en matemáticas pueden influir en la ansiedad matemática en estudiantes de primaria (Ramírez et al., 2013).

Además, se ha observado que la ansiedad matemática en estudiantes de educación primaria puede tener consecuencias negativas en el rendimiento académico. Por ejemplo, Wigfield y Meece (1988) evidenciaron que los estudiantes de educación primaria con alta ansiedad matemática tuvieron un rendimiento académico significativamente inferior que los estudiantes con baja ansiedad matemática, ya desde estos niveles iniciales de educación en matemáticas.

Por lo tanto, es importante abordar la ansiedad matemática en los estudiantes desde educación primaria para promover un rendimiento académico óptimo y una actitud positiva hacia las matemáticas.

Algunos índices definidos especialmente para medir la ansiedad en primaria son:

- Mathematics Anxiety Scale for Children (MASC). (Ramírez et al., 2016)
- Children's Math Anxiety Scale (CMAS). (Wu et al., 2014)
- Mathematics Anxiety Inventory for Children (MAI-C). (Ribeiro y Silva, 2017)
- Math Anxiety Scale for Elementary Students (MASES). (Chiu y Henry, 2010)
- Revised Children's Manifest Anxiety Scale (RCMAS). (Reynolds y Richmond, 2012)

### 1.2.2. Educación Secundaria y Bachillerato

La ansiedad matemática es un problema común en la educación secundaria. Este tipo de ansiedad es más común en estudiantes de educación secundaria que en estudiantes de educación primaria, y del mismo modo

es mayor en estudiantes de bachillerato, observándose un aumento en general a medida que los estudiantes tienen más edad (Chinn, 2009). Como ya se ha demostrado en otros niveles educativos, la ansiedad matemática en los estudiantes de secundaria y bachillerato puede tener consecuencias negativas en el rendimiento académico y esto afecta decisivamente en la intención de inscripción en carreras relacionadas con las matemáticas en particular y con las ciencias en general (Meece et al., 1990).

Ma y Xu (2004) investigaron los factores que contribuyen a la ansiedad matemática en estudiantes de estas edades. Identificaron, por ejemplo, que la ansiedad matemática está relacionada con la autoeficacia matemática, la actitud hacia las matemáticas y el apoyo social.

Los programas de intervención temprana pueden reducir la ansiedad matemática en estos estudiantes. Es importante implementar intervenciones efectivas para reducir la ansiedad y promover un desarrollo académico matemático más adecuado, así como una actitud positiva hacia las matemáticas. (Furner y Berman, 2003)

Por ejemplo, Pajares (1996) propuso un programa de intervención basado en la teoría de la autoeficacia con el que se redujo significativamente la ansiedad matemática y mejoró el rendimiento académico en matemáticas en estudiantes de educación secundaria.

Más recientemente, Dondio et al. (2023) propusieron y evaluaron el uso de juegos como programa de reducción de la ansiedad matemática. En contra de la creencia popular, la ansiedad no se redujo significativamente con el uso de juegos digitales. Sin embargo, se redujo de un modo más efectivo cuando se usaron juegos colaborativos en intervenciones a largo plazo y con actividades no digitales.

Entre los índices utilizados con los estudiantes de educación secundaria y también usados para los de bachillerato, se pueden encontrar, por ejemplo:

- Abbreviated Math Anxiety Scale-Adolescent Version (AMAS-A). (Devine et al, 2012)

- Mathematics Anxiety Scale for Adolescents (MAS-A). (Hopko et al., 2011)
- Math Anxiety Scale for Adolescents (MARS-A). (Hembree, 1990)
- Revised Mathematics Anxiety Rating Scale (RMARS). (Suinn y Winston, 2003)

### 1.2.3. Educación Universitaria

La ansiedad matemática es un problema común en el ámbito universitario. Durante este período educativo, los niveles de ansiedad matemática son posiblemente los más altos (Hembree, 1990). Además, en los estudiantes universitarios, esta ansiedad puede tener consecuencias negativas en su rendimiento académico (Ma y Xu, 2004), en la motivación por los estudios, en la confianza en uno mismo y en la participación en las clases de matemáticas (Pekrun et al., 2002). Como consecuencia, los estudiantes con una alta ansiedad matemática pueden evitar matricularse en carreras/asignaturas relacionadas con las matemáticas, pueden sentirse ansiosos y estresados al enfrentarse a tareas relacionadas con esta materia, y carecer de la confianza para participar en clase o pedir ayuda cuando la necesiten (Pajares, 2002).

Este tipo de ansiedad es un problema prevalente entre los estudiantes universitarios, con estudios que reportan tasas de hasta el 49% (Pajares, 2002). La ansiedad matemática es especialmente común entre los estudiantes que cursan carreras en campos que requieren un alto nivel de competencia matemática, como ingeniería, física e informática (Ashcraft y Kirk, 2001). También puede afectar de manera más acentuada a ciertos grupos de estudiantes universitarios, como las mujeres, que tienden a experimentar niveles más altos de ansiedad matemática que los hombres (Ma y Kishor, 1997).

En la literatura científica, se pueden encontrar estudios que investigan los factores que contribuyen a la ansiedad matemática en el ámbito universitario. Por ejemplo, Kesici y Uygan (2013) observaron que la ansiedad matemática está relacionada con la sensación de autoeficacia

matemática, la actitud hacia las matemáticas, el miedo al fracaso y la presión académica.

De nuevo, los programas de intervención pueden ser decisivos. Estos programas están diseñados para proporcionar estrategias y técnicas específicas que ayuden a los estudiantes a manejar y superar su ansiedad en relación con las matemáticas.

Por ejemplo, Castro, et al. (2018) llevaron a cabo un estudio en el que implementaron un programa de intervención basado en la terapia cognitivo-conductual para reducir la ansiedad matemática y mejorar el rendimiento académico en matemáticas en estudiantes universitarios. El programa incluía técnicas de reestructuración cognitiva, entrenamiento en relajación y estrategias para enfrentarse a retos matemáticos. Los resultados mostraron una reducción significativa en los niveles de ansiedad matemática y una mejora en el rendimiento académico en esta materia.

Otro enfoque utilizado en los programas de intervención es la exposición gradual a situaciones matemáticas estresantes. Por ejemplo, Reetz, et al. (2020) llevaron a cabo un estudio en el que implementaron un programa de intervención basado en la exposición gradual a situaciones matemáticas que suponían un desafío para estudiantes universitarios con ansiedad matemática. Los participantes fueron expuestos de manera gradual a tareas matemáticas cada vez más difíciles, lo que les permitió adquirir confianza y reducir su ansiedad. Los resultados mostraron una disminución significativa en los niveles de ansiedad matemática y una mejora en su rendimiento.

Finalmente, para poder evaluar adecuadamente la ansiedad matemática se muestran a continuación algunos índices adecuados para su uso con estudiantes universitarios:

- Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS). (Hopko et al., 2003)
- Mathematics Anxiety Scale (MAS). (Wigfield y Meece, 1988)
- Y un índice concretamente sobre estadística como el Statistical Anxiety Scale (SAS). (Onwuegbuzie, 2004)
- Mathematics Anxiety Scale UK (MAS-UK). (Hunt et al., 2011)

## 2. OBJETIVOS

El principal objetivo de este estudio es explorar la ansiedad matemática en estudiantes universitarios de Educación Infantil y Educación Primaria de la Universidad de Extremadura (Facultad de Formación del Profesorado de Cáceres, España).

Paralelamente, también se pretende realizar una breve revisión sobre algunos de los estudios que han medido la ansiedad matemática, con el fin de ilustrar el contexto de investigación en el que se plantea nuestro estudio.

Además, también se busca estudiar la posible relación entre la ansiedad y otras variables de interés, como el género y las calificaciones de ingreso a la universidad.

## 3. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio transversal en el cual se midió la ansiedad matemática de 226 estudiantes de la Facultad de Formación del Profesorado en Cáceres, incluyendo:

- 49 estudiantes del grado de Educación Infantil.
- 91 estudiantes del grado de Educación Primaria.
- 86 estudiantes del grado de Educación Primaria Bilingüe.

Para este propósito, se utilizó el cuestionario validado mAMAS (Modified Abbreviated Math Anxiety Scale) (Carey et al., 2017). Este cuestionario define un índice de tipo autoinforme, que consta de nueve preguntas tipo Likert con una escala de 5 posibles respuestas, que van desde 1=Muy poca ansiedad hasta 5=Mucha ansiedad. Es una versión modificada y abreviada de la escala original de Hopko (2003), que resulta igualmente eficaz pero más breve que la original. De esta manera, se facilita que todas las preguntas sean contestadas y se reduce el abandono durante la realización del cuestionario que con el cuestionario de Hopko era más habitual. Además, para realizar un análisis global, se ha calculado una variable que consiste en la suma de las puntuaciones de ansiedad de cada uno de los ítems, obteniendo así valores entre 9 y 45.

Para enriquecer el estudio, también se observaron algunas variables adicionales: género, calificación promedio en los exámenes de ingreso a la universidad, calificación en matemáticas en los exámenes de ingreso a la universidad, edad en la que tuvieron su primer teléfono móvil y edad en la que utilizaron por primera vez las redes sociales.

En resumen, las variables incluidas en la escala mAMAS y las demás variables de interés son:

*Preguntas iniciales generales:*

1. Género.
2. ¿Cuál fue tu nota de acceso a la Universidad?.
3. ¿Qué sacaste en matemáticas en la prueba de acceso a la universidad?.
4. ¿A qué edad tuviste tu primer móvil?.
5. ¿A qué edad usaste redes sociales por primera vez?.
6. ¿Qué titulación estudias?.
7. ¿En qué curso estás?.

*Preguntas de la escala mAMAS (situaciones matemáticas):*

1. Cuando tienes que utilizar las tablas del final del libro de matemáticas.
2. Pensar en un examen de matemáticas que tienes al día siguiente
3. Observar al profesor resolviendo ecuaciones en la pizarra
4. Haciendo un examen de matemáticas.
5. Cuando tienes que hacer unos problemas de matemáticas para la siguiente clase y son muy difíciles.
6. Escuchando una clase de matemáticas.
7. Escuchando a un compañero explicar una fórmula matemática.
8. Cuando el profesor de matemáticas te pregunta durante la clase
9. Al empezar un tema nuevo de matemáticas.
10. Nivel de ansiedad total (Calculada automáticamente).

Los datos fueron analizados utilizando SPSS v26, obteniendo estadísticas descriptivas y pruebas de hipótesis para la comparación de medias, proporciones e independencia. Para todos los contrastes se utilizó un nivel de significación de  $\alpha = 0,05$ .

## 4. RESULTADOS

En primer lugar, se ha realizado un análisis descriptivo de todas las variables de forma individualizada. Algunos resultados interesantes se muestran a continuación.

### 4.1. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

El género de los encuestados es eminentemente femenino (véase Tabla 1). Más de 2 de cada 3 estudiantes eran mujeres.

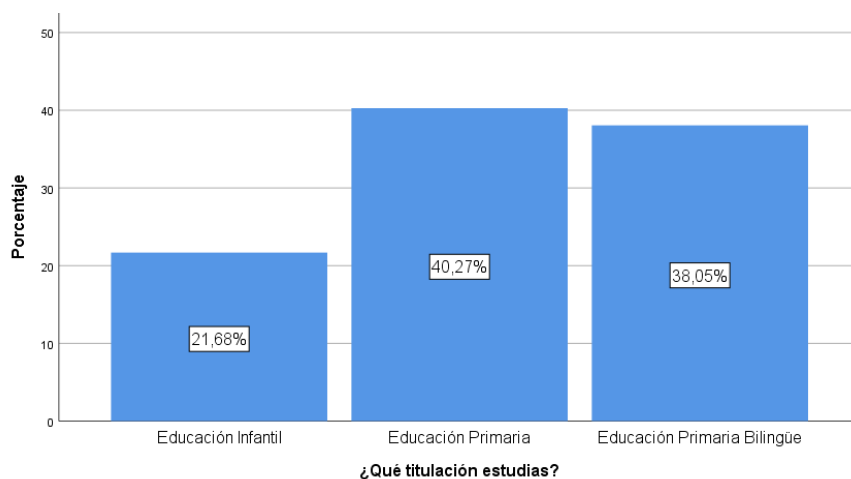
**TABLA 1.** *Tabla de frecuencias del género de los encuestados*

<b>Género</b>		
	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	152	67,3
Masculino	74	32,7
Total	226	100,0

Respecto a la titulación que estudian, como se observa en la Figura 1, la mayoría son del Grado de Educación Primaria (40,27%), en segundo lugar del Grado de Educación Primaria Bilingüe (38,05%) y los menos numerosos son los del Grado de Educación Infantil (21,68%). Se han analizado estudiantes de los cuatro cursos que forman cada grado (véase Tabla 2). Todos los cursos están representados con porcentajes que oscilan entre el 20% y el 30%.



**FIGURA 1.** Diagrama de barras sobre la titulación que estudian los encuestados.



**TABLA 2.** Tabla de frecuencias sobre el curso del grado en el que están los encuestados

**¿En qué curso estás?**

	Frecuencia	Porcentaje
1º del Grado	67	29,6
2º del Grado	46	20,4
3º del Grado	57	25,2
4º del Grado	55	24,3
Total	226	100,0

También se ha preguntado la nota media global en las pruebas de acceso a la universidad, siendo la media de todos los encuestados 9,255 (desv. 2,11) pudiendo tener una nota entre 0 y 14. Y en la prueba de matemáticas, la nota media fue de 7,464 (desv. 2,05), pudiendo sacar una nota en este caso entre 0 y 10.

Respecto a la ansiedad, se ha analizado de forma individual cada ítem del cuestionario y posteriormente también de forma global construyendo la variable “*Ansiedad Total*”, que es la suma de los niveles de ansiedad de cada uno de los 9 ítems del cuestionario MAMAS. Esta variable de ansiedad total toma valores de 9 (nivel mínimo de ansiedad si se responde en todos los casos 1-Muy poca ansiedad) a 45 (nivel máximo de ansiedad si se responde en todos los casos 5- Mucha ansiedad). Además,

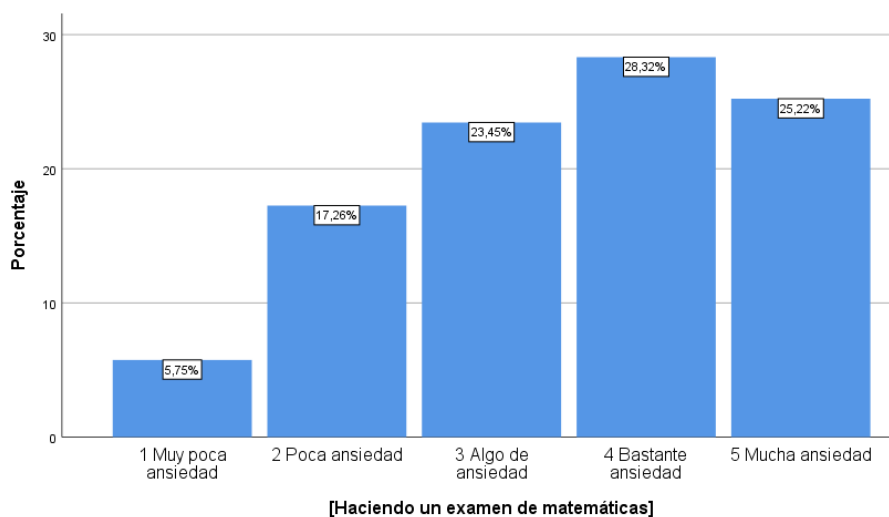
esta variable total, se ha recodificado en otra variable más con tres niveles de ansiedad que puede presentar cada individuo. Los tres posibles valores que toma son: Nivel de ansiedad Bajo (9-21), Medio (22-33) o Alto (34-45).

Tras estudiar los ítems individuales, el que destaca con mayores niveles de ansiedad matemática es: “Haciendo un examen de matemáticas”. En la Figura 2 se puede ver que más de la mitad de los estudiantes presentan bastante o mucha ansiedad cuando se enfrentan a un examen. Sólo el 5,75% presenta muy poca ansiedad.

Por el contrario, la situación que menos ansiedad provoca es el uso de las tablas que aparecen en el libro de matemáticas. El 66,8% presenta muy poca ansiedad (31,4%) o poca ansiedad (66,8%).

Cabe destacar también que la ansiedad media incluyendo todos los ítems ha sido de 2,8 (en una escala de 1 a 5).

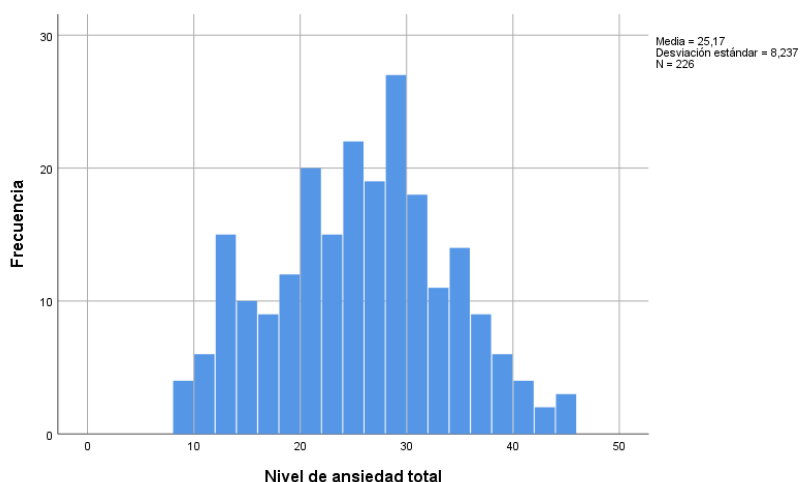
**FIGURA 2.** Gráfico de barras del nivel de ansiedad que presentan haciendo un examen de matemáticas.



En la Figura 3 se representa el histograma de la Ansiedad Total. Esta variable además sigue una distribución normal (contraste de Kolmogorov-Smirnov). En la Tabla 3, se observa que el 84,5% de los encuestados presentan un nivel de ansiedad Medio o Alto. Con un 24,8% de nivel de

ansiedad total Alto. Estos datos resultan llamativos, descubriendo así que los estudiantes analizados de los Grados de Educación tienen niveles de ansiedad matemática que debería ser estudiada y, de ser posible, tratada.

**FIGURA 3.** Histograma del nivel de ansiedad total.



**TABLA 3.** Tabla de frecuencias de la ansiedad total por niveles (Bajo, Medio, Alto).

Nivel de ansiedad global		
	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	35	15,5
Medio	135	59,7
Alto	56	24,8
Total	226	100,0

#### 4.2. ESTADÍSTICA INFERENCIAL

Para realizar un análisis más profundo y tratar de relacionar los resultados de algunas de las variables, se han llevado a cabo varios análisis cruzados con la ansiedad matemática total por niveles.

En primer lugar se ha estudiado el nivel de ansiedad dependiendo del género. En la Tabla 4 se muestra el nivel medio de ansiedad, siendo superior el de las mujeres (26,47) que el de los hombres (22,37). Los

intervalos de confianza para la ansiedad media de estos dos grupos ni si quiera se solapan. Además, el nivel de ansiedad máximo en los hombres alcanza 41 puntos, mientras que en las mujeres llega a 45, que coincide con el máximo valor posible de esta variable.

**TABLA 4.** Resumen descriptivo del nivel de ansiedad total en función del género del encuestado.

Sexo		Estadístico		
Nivel de ansiedad total	Femenino	Media	26,47	
		95% intervalo de confianza para la media	Límite inferior	25,15
			Límite superior	27,80
		Mediana	27,00	
		Varianza	70,584	
		Desviación estándar	8,401	
		Mínimo	9	
		Máximo	45	
		Rango intercuartil	11	
		Asimetría	-,107	
		Curtosis	-,567	
		Masculino	Media	22,37
			95% intervalo de confianza para la media	Límite inferior
	Límite superior			24,00
	Mediana		23,50	
	Varianza		52,470	
	Desviación estándar		7,244	
	Mínimo		9	
	Máximo		41	
Rango intercuartil	11			
Asimetría	,032			
Curtosis	-,663			

Al realizar el contraste de hipótesis con una prueba T-Student, se evidenció que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de ansiedad en función del género ( $p\text{-valor}=0.000394$ ).

Se ha comprobado además si las notas de matemáticas eran distintas para hombres y mujeres (Tabla 5). En este caso, las notas de las mujeres eran más bajas (media 7,28) que las de los hombres (media 7,79). Pero el contraste de igualdad de hipótesis para igualdad de medias no resultó estadísticamente significativo ( $p\text{-valor}=0,112$ ), por lo que no hay suficientes evidencias para decir que las diferencias entre las dos medias son significativas.

**TABLA 5.** Media y desviación típica de la nota de matemáticas en las pruebas de acceso a la Universidad por género.

	Género	Media	Desv.
¿Qué sacaste en matemáticas en la prueba de acceso a la universidad?	Femenino	7,284615385	2,094589310
	Masculino	7,792187500	1,939403827

Tanto la nota de las pruebas de acceso a la Universidad, como concretamente la nota obtenida en la prueba de matemáticas, presentan medias mayores cuando el nivel de ansiedad es bajo (Tabla 6).

En las pruebas de matemáticas la media mayor es la que obtienen los estudiantes con nivel de ansiedad bajo (8,4563) mientras que los que tienen nivel de ansiedad alto tienen una nota media considerablemente más baja (6,5543). Pero la ansiedad matemática no sólo se refleja en las calificaciones de dicha asignatura, sino que también de forma general parece repercutir en el alumnado ya que se evidencia que la media en las pruebas de acceso a la Universidad es 10,105 en los estudiantes con nivel de ansiedad bajo, mientras que baja a 8,7513 para los que tienen nivel alto de ansiedad matemática.

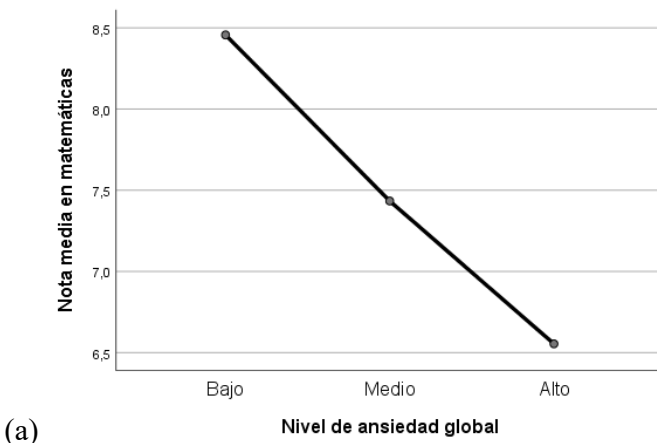
**TABLA 6.** Tabla de descriptivos sobre la nota final de las pruebas de acceso a la Universidad y de la prueba de matemáticas en función del nivel de ansiedad total.

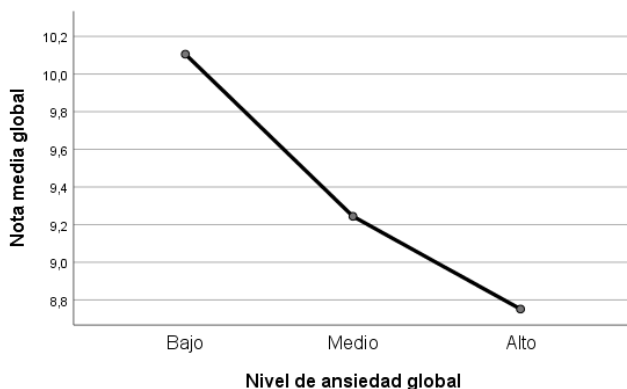
		Media	Desv.	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
¿Cuál fue tu nota de acceso a la Universidad?	Bajo	10,105	2,019	9,4117979	10,798945	6,0000	13,1980
	Medio	9,2438	2,140	8,8767790	9,6108601	5,0000	13,8000
	Alto	8,7513	1,971	8,2233914	9,2792158	5,8980	13,7000
	Total	9,2553	2,114	8,9769955	9,5336206	5,0000	13,8000
¿Qué sacaste en matemáticas en la prueba de acceso a la universidad?	Bajo	8,4563	1,587	7,8838992	9,0286008	4,0000	10,0000
	Medio	7,4336	2,050	7,0514695	7,8157872	2,5000	10,0000
	Alto	6,5543	1,989	5,8709927	7,2375787	3,3000	10,0000
	Total	7,4444	2,039	7,1445900	7,7442989	2,5000	10,0000

Para poder extrapolar estos resultados y explorar el posible efecto de la ansiedad en las calificaciones, se realizó el contraste de hipótesis ANOVA y se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas tanto para las notas de las pruebas de acceso a la Universidad como en las de la prueba de matemáticas, en función del nivel de ansiedad, con  $p\text{-valor}=0,011$  y  $p\text{-valor}=0,001$  respectivamente.

Para mostrarlo gráficamente se han realizado los gráficos de medias para cada una de estas pruebas. Es evidente en la Figura 4 (a y b) que a medida que aumenta la ansiedad, empeoran los resultados finales de los exámenes.

**FIGURA 4.** Gráfico de medias para las notas de la prueba de acceso a la Universidad y la prueba de matemáticas según el nivel de ansiedad total.





(b)

Se ha estudiado también la edad con la que comenzaron a usar el teléfono móvil, así como la edad a la que comenzaron a usar redes sociales. Como se aprecia en la Tabla 7 no hay grandes diferencias en las edades que empezaron a usar cada uno de estos en función de los niveles de ansiedad. Esto se corrobora con sendos contrastes ANOVA no significativos, para el uso del móvil con  $p\text{-valor}=0,989$  y para el uso de redes sociales con  $p\text{-valor}=0,398$ .

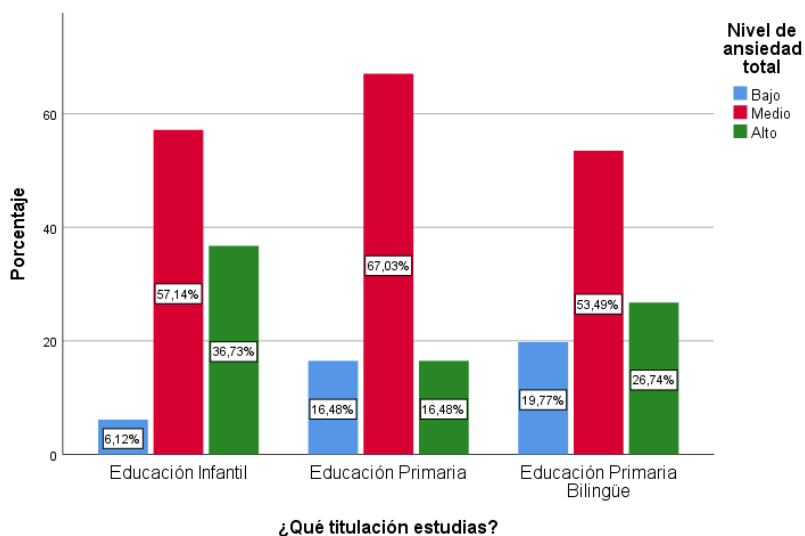
**TABLA 7.** Tabla de descriptivos sobre la edad a la que tuvieron su primer móvil y la edad a la que empezaron a usar redes sociales, frente a los niveles de ansiedad total.

		Media	Desv.
¿A qué edad tuviste tu primer móvil?	Bajo	11,35	1,989
	Medio	11,76	1,973
	Alto	11,86	1,889
	Total	11,72	1,953
¿A qué edad usaste redes sociales por primera vez?	Bajo	12,68	1,733
	Medio	12,78	1,905
	Alto	12,69	1,822
	Total	12,74	1,851

Finalmente, en la Figura 5 se muestra la frecuencia absoluta en porcentaje de los niveles de ansiedad en cada Grado (Infantil, Primaria y Primaria Bilingüe). El nivel alto de ansiedad matemática con mayor porcentaje se presenta en el Grado de Educación Infantil (con un 36,73%). En este mismo grado es donde se encuentra un nivel bajo de ansiedad con menor porcentaje (6,12%). En el Grado de Educación Primaria

encontramos un nivel medio de ansiedad matemática mayoritario (67,03%).

**FIGURA 5.** Gráfico de barras del nivel de ansiedad total frente a la titulación estudiada.



La asociación entre estas variables se ha estudiado con un contraste Chi-cuadrado, obteniendo relación entre el Grado que estudian y el nivel de ansiedad matemática (p-valor=0,029).

Estos cruces de variables han sido los más interesantes, aunque se han hecho muchos más sin obtener resultados significativos.

## 5. CONCLUSIONES

Este estudio ha demostrado que la ansiedad matemática es un fenómeno común entre los futuros docentes. Se han resumido algunos de los aspectos más importantes identificados en la literatura científica sobre la ansiedad matemática, describiendo los diferentes tipos de índices, así como algunos ejemplos de estudios especialmente interesantes para cada tipo de estudiante. Finalmente, se ha detallado el estudio realizado mediante el cuestionario mAMAS para obtener un índice de ansiedad matemática basado en el autoinforme. El nivel de ansiedad matemática



observada es considerable y hay que tenerlo en cuenta para poder proponer algunas soluciones.

Los resultados muestran que los futuros docentes tienen un nivel intermedio de ansiedad, con una media global de 2.8 (en una escala del 1 al 5). Además, se encontró una relación negativa estadísticamente significativa entre la ansiedad matemática y las calificaciones en los exámenes de ingreso a la universidad ( $p=0.011$ ), así como con las calificaciones en matemáticas ( $p=0.01$ ). También se observó una diferencia estadísticamente significativa entre hombres y mujeres en la ansiedad matemática ( $p=0.000394$ ), siendo las mujeres las que mostraron niveles más altos de ansiedad matemática. Además, se detectaron diferencias estadísticas en la ansiedad matemática entre los estudiantes de los tres grados estudiados ( $p=0.029$ ), siendo los estudiantes de Educación Infantil los que presentaron un nivel más alto de ansiedad matemática. Estos resultados respaldan la idea de que esta ansiedad puede tener un impacto negativo en el rendimiento académico, y que la ansiedad se refleja más en las mujeres que en los hombres. Estos hallazgos son importantes porque sugieren que puede ser necesario implementar estrategias específicas para reducir la ansiedad matemática incluso desde antes de ingresar a la universidad, con un énfasis particular en las mujeres en el aprendizaje de STEM, y también especialmente en los estudiantes de Educación Infantil.

Se necesita más investigación para comprender mejor los factores que contribuyen a la ansiedad matemática en este grupo de estudiantes y desarrollar estrategias efectivas para reducirla. En el futuro se analizarán también algunos aspectos de forma más pormenorizada, como por ejemplo la ansiedad al enfrentarse a los exámenes de matemáticas, que fue la más alta en el cuestionario realizado.

## 6. REFERENCIAS

- Ashcraft, M. H., & Faust, M. W. (1994). Mathematics anxiety and mental arithmetic performance: An exploratory investigation. *Cognition & Emotion*, 8(2), 97-125.
- Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of experimental psychology: General*, 130(2), 224.

- Ashcraft, M. H., & Moore, A. M. (2009). Mathematics anxiety and the affective drop in performance. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 197-205.
- Beilock, S. L., & DeCaro, M. S. (2007). Math anxiety: Who has it, why it develops, and how to guard against it. *Current Directions in Psychological Science*, 16(6), 396-401.
- Brown, H. M., Almarode, J. T., & Schraw, G. (2015). Relationships between math anxiety and mathematics performance among fifth- and sixth-grade students. *Learning and Individual Differences*, 43, 156-162.
- Buckley, S., Reid, K., Goos, M., Lipp, O. V., & Thomson, S. (2016). Understanding and addressing mathematics anxiety using perspectives from education, psychology and neuroscience. *Australian Journal of Education*, 60(2), 157-170.
- Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szűcs, D. (2017). The modified abbreviated math anxiety scale: A valid and reliable instrument for use with children. *Frontiers in psychology*, 8, 11.
- Castro, S., Higuera, L., & Fernández-Castilla, B. (2018). Cognitive-behavioral therapy for math anxiety: a randomized pilot study with college students. *Frontiers in Psychology*, 9, 2546.
- Chinn, S. (2009). Mathematics anxiety in secondary students in England. *Dyslexia*, 15(1), 61-68.
- García, A., López-Martín, M. A., Suárez, N., & Cerezo, R. (2018). Math anxiety and self-efficacy: Their reciprocal relationship and the impact on academic achievement. *Frontiers in Psychology*, 9, 558.
- Chiu, L. H., & Henry, L. L. (2010). Development and validation of the Math Anxiety Scale for Elementary Students (MASES). *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 43(3), 150-163.
- Devine, A., Fawcett, K., Szűcs, D., & Dowker, A. (2012). Gender differences in mathematics anxiety and the relation to mathematics performance while controlling for test anxiety. *Behavioral and Brain Functions*, 8, 33.
- Dondio, P., Gusev, V., & Rocha, M. (2023). Do games reduce maths anxiety? A meta-analysis. *Computers & Education*, 194, 104650.
- Furner, J. M., & Berman, B. T. (2003). Review of research: math anxiety: overcoming a major obstacle to the improvement of student math performance. *Childhood education*, 79(3), 170-174.
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33-46.

- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., & Hunt, M. K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): Construction, validity, and reliability. *Assessment*, 10(2), 178-182.
- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., & McNeil, D. W. (2011). The abbreviated math anxiety scale for adolescents (AMAS-A): Psychometric properties and demographic differences. *Assessment*, 18(3), 382-396.
- Hunt, T. E., Clark-Carter, D., & Sheffield, D. (2011). The development and part validation of a UK scale for mathematics anxiety. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 29(5), 455-466.
- John, S. M., & Smith, L. (2014). Mathematics anxiety in young adults: The role of gender, age, and mathematical competence. *Frontiers in Psychology*, 5, 1422.
- Kesici, S., & Uygan, C. (2013). The relationship between mathematics anxiety and mathematical self-efficacy among Turkish undergraduate students. *Educational Research and Reviews*, 8(21), 1966-1972.
- Lee, J., & Bobko, P. (2017). Math anxiety, math self-concept, and math self-efficacy in adult learners compared to traditional undergraduate students. *Adult Education Quarterly*, 67(1), 36-56.
- Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2012). Mathematics anxiety: Separating the math from the anxiety. *Cerebral cortex*, 22(9), 2102-2110.
- Ma, X., & Kishor, N. (1997). Math anxiety and its relationship to achievement among African American, Hispanic, and White college students. *Journal of Educational Psychology*, 89(1), 12-19.
- Ma, X., & Xu, J. (2004). The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: a longitudinal panel analysis. *Journal of adolescence*, 27(2), 165-179.
- Malinsky, M., Ross, A., Pannells, T., & McJunkin, M. (2006). Math anxiety in pre-service elementary school teachers. *Education*, 127(2), 274-280.
- Meece, J. L., Wigfield, A., & Eccles, J. S. (1990). Predictors of math anxiety and its influence on young adolescents' course enrollment intentions and performance in mathematics. *Journal of educational psychology*, 82(1), 60.
- Nguyen, T., Watts, T. W., Duncan, G. J., Clements, D. H., Sarama, J., & Wolfe, C. (2019). Which preschool mathematics competencies are most predictive of fifth grade achievement? *Early Childhood Research Quarterly*, 46, 315-322.

- Onwuegbuzie, A. J. (2004). Academic procrastinators and perfectionistic tendencies among graduate students. *Journal of Social Behavior and Personality*, 15(5), 103-109.
- Pajares, F. (2002). Mathematics anxiety and achievement of college students: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 197-211.
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational psychologist*, 37(2), 91-105.
- Ramirez, G., Chang, H., Maloney, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2016). On the relationship between math anxiety and math achievement in early elementary school: The role of problem solving strategies. *Journal of Experimental Child Psychology*, 141, 83-100.
- Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2013). Math anxiety, working memory, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 14(2), 187-202.
- Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The mathematics anxiety rating scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551-554.
- Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational psychologist*, 53(3), 145-164.
- Reetz, C., Goetz, T., Becker, E. S., & Bieg, M. (2020). Effects of a graduated exposure intervention to diminish mathematics anxiety. *Learning and Instruction*, 68, 101383.
- Reynolds, C., & Richmond, B. O. (1985). Revised children's manifest anxiety scale. *Psychological Assessment*.
- Ribeiro, M. C., & Silva, F. M. (2017). The development and validation of the Mathematics Anxiety Inventory for Children (MAI-C). *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(6), 1129-1147.
- Suinn, R. M., & Winston, E. H. (2003). The mathematics anxiety rating scale, a brief version: psychometric data. *Psychological reports*, 92(1), 167-173.
- Suinn, R. M., & Winston, E. H. (2003). The revised mathematics anxiety rating scale (RMARS). *Academic Therapy*, 38(3), 260-277.
- Szafranski, D. D., Barrera, T. L., & Norton, P. J. (2012). Test anxiety inventory: 30 years later. *Anxiety, Stress & Coping*, 25(6), 667-677.
- Tobias, S. (1990). Math anxiety: An update. *NACADA journal*, 10(1), 47-50.

- Wang, X., Fu, X., & Luo, L. (2021). The relationship between math anxiety and mathematical problem-solving performance: The mediating role of emotional reactivity. *Frontiers in Psychology*, 12, 637220.
- Wigfield, A., & Meece, J. L. (1988). Math anxiety in elementary and secondary students. *Journal of Educational Psychology*, 80(2), 210-216.
- Wu, S. S., Willcutt, E. G., Escovar, E., & Menon, V. (2014). Mathematics achievement and anxiety and their relation to internalizing and externalizing behaviors. *Journal of Learning Disabilities*, 47(6), 503-514.

# PERSPECTIVAS DOCENTES E INSTITUCIONALES EN UN CURSO DE ECUACIONES DIFERENCIALES EN INGENIERÍA

---

JOSÉ LUIS DÍAZ PALENCIA  
*Universidad a Distancia de Madrid*

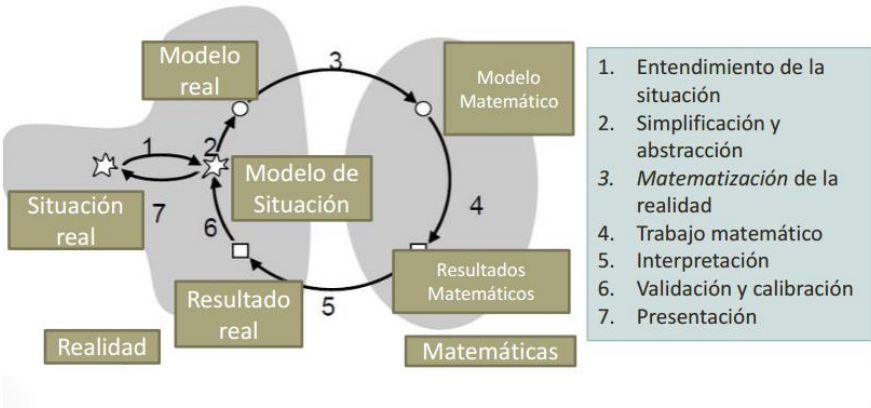
## 1. INTRODUCCIÓN

Las Ecuaciones Diferenciales constituyen un área de la matemática aplicada de interés en la formación de ingenieros. Una correcta interpretación de esta materia supone un incremento en la capacidad del alumnado para entender la física de medios continuos, que a su vez es relevante en las ingenierías mecánicas, industriales, aeronáuticas y relacionadas con las estructuras. La consecución de unas mínimas competencias en la interpretación física de las Ecuaciones Diferenciales tiene como resultado directo la capacidad del futuro ingeniero para modelar la realidad que le rodea mientras desarrolla la intuición que caracteriza a los profesionales de la ingeniería.

Las Ecuaciones Diferenciales suelen impartirse en cursos medios, generalmente en segundo curso, de las titulaciones en ingeniería. Por tanto, el alumnado posee unos conocimientos sólidos de matemáticas, así como de física, que le permitirá acercarse a las Ecuaciones Diferenciales desde una perspectiva relacional, buscando conexiones entre matemáticas, modelos y física de medios continuos. Podríamos decir que la madurez científica que supone esta conexión mediante las Ecuaciones Diferenciales configura un área de encuentro donde se produce la extensión de la noción cuantitativa básica y estática de las matemáticas precedentes cimentadas en el análisis, el cálculo, el álgebra y la geometría. En las Ecuaciones Diferenciales podemos encontrar un área relevante relacionada con la modelización del objeto continuo existente y en la comprensión de las leyes físicas que culminarán en el planteamiento de

una Ecuación Diferencial, cuyas técnicas y soluciones deberán ser estudiadas con espíritu crítico. Probablemente, se trate del primer área de las matemáticas donde el alumnado puede llegar a observar el ciclo de modelado de Blum y Leiss (2007) y que se ilustra en la Figura 1.

**FIGURA 1.** Ciclo de Modelado de acuerdo a Blum y Leiss (2007).



De acuerdo al mencionado ciclo, resulta especialmente relevante centrarnos en la parte derecha de la Figura 1, donde el modelo o representación mental de la realidad se configura como modelo matemático, y es aquí donde las Ecuaciones Diferenciales cobran su principal razón de ser en un contexto ingenieril. El trabajo matemático posterior requiere generalmente de una aplicación de técnicas adecuadas para la resolución, bien analítica y/o numérica, de la ecuación planteada. Pero el trabajo del ingeniero no termina aquí, acto seguido se hace relevante realizar un ejercicio de interpretación de la solución para encontrar sus limitaciones (generalmente debidas a las hipótesis planteadas durante la fase de resolución). Por último, la validez, o no, de la solución estará determinada por un análisis de calibración con la realidad, la cual determinará si las hipótesis realizadas y las limitaciones encontradas son aceptables en nuestra situación real modelada.

De la misma forma, cabe mencionar a algunos otros autores que han afrontado la necesidad de modelar desde una perspectiva matemática. Freudenthal (1983) propuso la idea de inversión y conversión con la

intención de describir la forma en que se puede llegar a construir un modelo matemático universal partiendo de la experiencia tangible y real. Establece que el modelo matemático se acaba constituyendo en una forma conceptual cada vez más abstracta en la medida en la que se entiende mejor y se eliminan progresivamente las limitaciones iniciales. Incidimos en el hecho de que los modelos que derivan en ecuaciones matemáticas son ante todo vivos, y están sujetos a constantes mejoras por parte de la comunidad científica. Podemos citar aquí algunos ejemplos notables como las Ecuaciones de Navier-Stokes que describen la Mecánica de Fluidos y que fueron propuestas por sus creadores hace más de 100 años. Basta con hacer una búsqueda científica mínima para percatarse de que en la actualidad tales ecuaciones se siguen adaptando a diferentes realidades, modificándose términos clave que hacen de las ecuaciones un agente vivo (un ejemplo lo podemos ver en la microfluídica, o en los fluidos no-Newtonianos).

Por otra parte, y como referente teórico pedagógico en este trabajo, consideraremos la Teoría Antropológica de lo Didáctico (en adelante TAD) propuesta por Chevallard (1986) y que ha proporcionado interesantes reflexiones, no solamente sobre la didáctica de la matemática sino sobre el entorno que la rodea dando un peso clave a la figura del docente, de la institución, de las praxeologías y de la sociedad. En definitiva marca la formación de una Noosfera alrededor de las matemáticas y su didáctica que conviene tener en cuenta cuando afrontamos un trabajo como el que nos ocupa. Cabe mencionar que Baquero, Bosch y Gascón (2007) consideran que, en la formación universitaria, la ciencia matemática se suele construir de una forma aislada y poco relacionada con el modelo y su representación ideal o real que pretende satisfacer. Esta idea sugiere la preponderancia de la matemática entendida como una ciencia auto-suficiente basada en concepciones teóricas o algorítmicas con limitado sustento en la realidad que se modela y de la que el futuro ingeniero no puede permanecer ajeno.

A lo largo del presente trabajo, buscamos establecer nociones mínimas sobre los contenidos que se imparten en un curso de Ecuaciones Diferenciales en diferentes estudios de ingeniería, y para ello emplearemos las técnicas que nos proporciona la TAD. Buscaremos conocer las



percepciones de diferentes docentes y profesionales sobre cuáles deberían ser los contenidos a impartir en una asignatura de Ecuaciones Diferenciales en ingeniería. Analizaremos, así, las influencias y sesgos institucionales y profesionales observando las respuestas ofrecidas por un grupo de expertos con perfiles de alta capacitación científico-técnica.

## 1.2 ASPECTOS TEÓRICOS

Tradicionalmente podemos decir que la enseñanza de las Ecuaciones Diferenciales comienza con la actividad de transmitir la información teórica acompañada de ejemplos estándares y de preguntas estrechamente relacionadas con la teoría expuesta. Posteriormente, el alumnado suele trabajar por su cuenta en la resolución de problemas típicos y similares a los que el docente trabaja en clase y, quizá, con alguna breve reseña a modelos de la física inmediatos (Widjaja, Dolk, Fauzan, 2010). Esta aproximación puede resultar en un acercamiento al aprendizaje de las Ecuaciones Diferenciales alejado de su naturaleza contextual en la ingeniería, es decir, de su capacidad para modelar situaciones reales desarrollando el espíritu crítico del futuro ingeniero. En cualquier caso, la importancia de la introducción del conocimiento matemático de una forma natural y cercana sigue siendo un aspecto de estudio e investigación clave en la actualidad y, ciertamente, ha sido un hilo promotor de actividad científica en didáctica y pedagogía. Véase el ejemplo desde la educación básica introducido por Fauzan, Plomp y Gravemeijer (2013), o directamente los primeros trabajos de Chevallard donde se trata de aproximar la didáctica de las matemáticas a la forma natural de aprendizaje de esta ciencia relacionada con sus epistemologías y naturalezas últimas.

El aprendizaje y la enseñanza de las Ecuaciones Diferenciales en los estudios de ingeniería están fuertemente condicionados por criterios institucionales, que a su vez delimitan el currículo que cada institución aprueba con las autoridades académicas y de calidad competentes. Partiendo de una aproximación cercana a la transposición didáctica, podemos entender que todo conocimiento científico (las Ecuaciones Diferenciales en este caso) se encuentra condicionado por cuestiones sociales, profesionales e institucionales. A lo largo del presente trabajo, observaremos como la transposición en materia de contenidos en un curso de

Ecuaciones Diferenciales presenta condicionantes claros relacionados con el entorno social y profesional, además del propio institucional, porque cada institución tiene una filosofía de trabajo, unas praxeologías, y en último rango, una epistemología que la hace única. Inicialmente, y en el marco de la ingeniería, podemos pensar en dos instituciones (Universidad y Empresa) diferenciadas que tienen un peso relevante en el ingeniero. Por un lado, observamos la relevancia social de la Universidad como centro de formación y de referencia del conocimiento donde el futuro ingeniero tiene un primer contacto con la ingeniería, y de alguna forma, es ese primer contacto algo crítico en la creación de una representación sobre la ingeniería que le acompañará durante, al menos, los primeros años de vida profesional. Por otro lado, podemos pensar en una segunda institución, la Empresa, donde el ingeniero se realiza y conforma profesionalmente mediante la ejecución concreta y económica de proyectos que responden a una demanda social que la Empresa trata de satisfacer. Ambas instituciones son epistemológicamente diferentes, sus intenciones son distintas y sus entornos praxeológicos y definatorios también. Este aspecto conduce, de facto, a una distancia o norma institucional cuya medición es compleja, pero a la vez necesaria para iniciar estrategias claras que fomenten su acercamiento más allá de buenas voluntades, que en muchos casos se configuran en forma de gestiones ajenas a las aulas. Este acercamiento conllevaría un entendimiento óptimo entre ambas instituciones, la Universidad como generadora de un conocimiento bien probado y la Empresa como ejecutora de esos conocimientos para proporcionar servicios que satisfagan necesidades de la sociedad.

El hecho de considerar dos instituciones tan diferentes entre sí requiere de una teoría científica que se caracterice por su multidimensionalidad, y que establezca unos principios métricos que nos permita saber de antemano donde poner el foco de nuestra actividad. Por este motivo, consideramos que la Teoría Antropológica de lo Didáctico de Chevallard (1986, 1999) se constituye como un referente teórico bien probado desde el cual analizar nuestra problemática relacionada con las diferentes perspectivas docentes en un curso de Ecuaciones Diferenciales. La TAD se ha empleado ampliamente para analizar las realidades que influyen en

las matemáticas y su didáctica, e incluso también en la realización de modelos matemáticos de uso en las ciencias aplicadas (Barquero, et al. 2007). Un aspecto clave de la TAD tiene que ver con la importancia que se le da a la construcción de una representación matemática en la mente del alumnado que se ajuste a una visión intuitiva de la misma y que conlleve una adquisición natural y constructivista del conocimiento. Resulta clave la elaboración de un modelo didáctico y su posterior uso para generar aprendizaje significativo (Gascón, 2001). Desde este prisma, dotamos a las Ecuaciones Diferenciales y su didáctica de una línea común donde las teorías expuestas por la TAD pueden ser aplicables, aunque anteriormente no se hayan aplicado de forma extensa a esta rama de las matemáticas. Es, por tanto, la idea del modelo la clave para extender la TAD a las Ecuaciones Diferenciales, interpretándose la idea de modelar como la actitud humana cuyo objetivo es conocer rigurosamente la realidad, siendo el modelo intrínseco a la matemática (que parte de las concepciones teóricas de las misma) o extrínseco a ella (que tiene sus raíces en las ciencias aplicadas o en la ingeniería, como es nuestro caso).

La TAD establece que una cierta Institución I se entiende como una organización social formada por profesionales que poseen una idea concreta de pensar y de hacer (Chevallard, 2003, p.82). Cada uno de los miembros asociados a la Institución I realiza su actividad en base a una serie de praxeologías (formas de trabajo y tipología de tareas) típicas de dicha institución. Por otro lado, el fundamento tecnológico asociado, necesario para llevar a cabo las tareas, nos lleva a justificar las razones del empleo de una técnica concreta en lugar de otras, que pudieran darse en otra institución formada por otro grupo de profesionales. La dotación tecnológica que una institución pone al servicio de sus miembros condiciona enormemente las praxeologías y define, en cada profesional, una forma diferente de entender una determinada ciencia. Tal es el caso de las Ecuaciones Diferenciales, que si bien son un conocimiento bien definido, veremos las distintas perspectivas existentes en función de los miembros pertenecientes a diferentes instituciones sometidas a diferentes paradigmas epistemológicos.

Chevallard (2001) propone el concepto, quizá demasiado influido por la nomenclatura matemática, de isomorfismo para relacionar las temáticas

y las organizaciones didácticas mediante jerarquías de estudio que relacionan la didáctica con los temas y contenidos a desarrollar. Si nos centramos en la la jerarquía puramente social, nos preguntamos cómo la sociedad, con sus necesidades que demandan de conocimiento, influyen directamente en las temáticas (contenidos) que deben ser desarrolladas en las instituciones y en como estas mismas temáticas acaban convirtiéndose en un saber didáctico.

## 2. OBJETIVOS

LOS OBJETIVOS PERSEGUIDOS SE RESUMEN DE LA SIGUIENTE FORMA:

- Conocer las diferentes opiniones de expertos enmarcados en diferentes instituciones sobre cuáles deberían ser los contenidos a impartir en un curso de Ecuaciones Diferenciales en las titulaciones de ingeniería.
- Conocer una justificación mínima de los motivos por los cuales los expertos consideran que los contenidos señalados deben impartirse. De esta forma, buscamos conocer si existe influencia de la institución, y su trayectoria profesional, en su forma de entender los contenidos que debe poseer un curso de Ecuaciones Diferenciales.
- Poner en relevancia las opiniones de diferentes expertos, con perfiles profesionales diferentes.

## 3. METODOLOGÍA

La primera tarea llevada cabo consistió en la selección de las instituciones para nuestro estudio. Se seleccionó la Universidad Politécnica de Madrid, como Institución I1, ya que se trata de una institución que ofrece una gran variedad de estudios de ingeniería y que posee una larga trayectoria formativa. Por otro lado, se seleccionó a la empresa tecnológica Grupo Airbus como Institución I2, debido a que este empresa cuenta con un departamento completo centrado en la modelización de medios continuos: aerodinámica, fluidos, estructuras... Como aspecto clave,

señalamos que existen conexiones entre ambas instituciones mediante acuerdos en la creación de cátedras, grupos de investigación y estudiantes becados, siendo además la Institución I2 un lugar donde los egresados de la Institución I1 suelen ejercer su actividad profesional.

Una vez seleccionadas las instituciones asociadas a nuestro estudio, se pretendió encontrar un conjunto de expertos representativo de cada una de las instituciones mencionadas. Se elaboró una rúbrica validada por pares y análisis lógico de contenidos, que atendía a los siguiente ítems de búsqueda:

- Función laboral desempeñada así como años de experiencia en puestos relacionados con el modelado de medios continuos.
- En caso de tener contacto con el ámbito académico se solicitó la cantidad de contribuciones científicas indexadas en bases de datos de prestigio (principalmente Scopus y Web of Science).
- En caso de no tener contacto con el ámbito académico, se solicitó un número aproximado de proyectos de ingeniería en los que ha participado contando con que estos proyectos tengan una duración mínima de tres meses y posean como temática el modelado de sistemas continuos.
- En caso de no tener contacto con el ámbito académico, se requirió una mínima experiencia (de al menos 1 año) como docentes formadores en instituciones no necesariamente académicas, tales como empresas, institutos o centros de formación.
- Proyectos en los que el experto ha participado con financiación externa, sean del tipo estatal, autonómico, europeo o bien procedente de fundaciones.

Considerando las instituciones señaladas y con la rúbrica expuesta, se procedió a hacer una búsqueda de expertos a través de Google Scholar, ResearchGate y LinkedIn. Es importante mencionar que el objetivo esencial consiste en conocer las opiniones de expertos con perfiles de alta capacitación, por tanto, el tamaño de la muestra es reducido. En este sentido, cabe mencionar que el empleo de muestras reducidas para

comparar respuestas entre expertos ya ha sido considerado científicamente por la TAD en los estudios de Artigue y Winslow (2010) o de Trouche, et al. (2019) en relación al currículo matemático.

Siguiendo los mencionados enfoques, se siguió la llamada técnica cualitativa de la entrevista, ya que permite crear un entorno abierto y confortable donde los expertos pueden reflexionar y emitir sus opiniones en base a una o varias preguntas guía. Se procedió a entrevistar a un total de nueve expertos de ambas instituciones y que, desde sus entornos diferentes, trabajan constantemente con modelos relacionados con las Ecuaciones Diferenciales. Cuatro de los expertos consultados proceden de la Institución I1. Presentan una experiencia docente notable, mayor de 400 horas de docencia en el ámbito de las matemáticas aplicadas, incluyendo las Ecuaciones Diferenciales. En media, tienen 24 contribuciones científicas indexadas en bases de datos de calidad (Scopus y Web of Science) y han contribuido, o han sido investigadores principales, en una media de 4 proyectos con financiación externa a la propia Institución I1. En relación a los cinco expertos procedentes de la Institución I2, se hace preciso mencionar que se trata de egresados que fueron anteriores estudiantes de la Institución I1 y que desempeñan su labor en el área de modelado de fluidos e interacción fluido-estructura. La media de experiencia profesional es de cinco años y han trabajado, de nuevo en media, en un total de nueve proyectos con una duración mínima de tres meses. Es importante señalar que unos de los expertos de la Institución I2 actúa como profesor asociado en la Institución I1, siendo éste un detalle importante ya que encontraremos un sólido punto de comparación para conocer las discrepancias y las restricciones que imponen sobre el mismo profesional cada una de las instituciones mencionadas.

En las siguientes líneas se lleva cabo una descripción detallada, en base a la información extraída de la rúbrica, de los expertos considerados para nuestro estudio.

Experto 1 (E1):

El experto E1 posee un perfil con un marcado componente académico, con un conocimiento muy profundo de las Ecuaciones Diferenciales y sus aplicaciones a medios continuos. Su línea principal de investigación

se centra en las búsqueda de soluciones a diferentes modelos de la física-matemática formulados en términos de Ecuaciones Diferenciales. Ha publicado trabajos relacionados con los nanofluidos, la combustión y los métodos asintóticos y numéricos de resolución de Ecuaciones Diferenciales. Su posición académica es Catedrático de Universidad y de forma resumida su trayectoria es:

- Ingeniero aeronáutico, además de Doctor en las misma ingeniería.
- Catedrático de Universidad.
- Ha publicado numerosos artículos en modelado de sistemas continuos, ha desarrollado proyectos de financiación externa tanto desde el sector público, como de fundaciones y empresas.

Observamos que la relación del Experto E1 con las Ecuaciones Diferenciales está fuertemente condicionado por la forma de trabajar de la Institución I1, donde ha ejercido y ejerce como profesional.

#### Expertos 2 (E2), 3 (E3) y 4 (E4)

Se ha decidido agrupan este conjunto de expertos ya que disponen de líneas curriculares similares. Se trata de un grupo de expertos con una alta experiencia en el ámbito académico en la Institución I1 como docentes e investigadores en el ámbito del modelado de sistemas continuos. En concreto trabajan en el modelado de la turbulencia, la combustión, los nanofluidos y la dinámica de chorros. Aunque es un grupo fuertemente influido por la Institución I1, de forma esporádica colaboran con otras instituciones empresariales en forma de expertos consultores.

- Ingenieros aeronáuticos y doctores en dicha rama de la ingeniería.
- Profesores Titulares de Universidad.
- Colaboraciones esporádicas con otras instituciones, pero fuertemente arraigados a la Institución I1.

#### Experto 5 (E5):

El experto E5 es ingeniero aeronáutico, además de doctor en tecnología y ciencias. Su principal labor profesional se encuentra en la Institución I2 como responsable de simulación y modelado de sistemas fluidos. Por

otro lado, ha ejercido y ejerce como profesor asociado en matemáticas aplicadas (incluyendo Ecuaciones Diferenciales) en diferentes instituciones incluida la Institución I1. De forma resumida, indicamos:

- Ingeniero aeronáutico y doctor en tecnología y ciencias.
- Ingeniero responsable de simulación de sistemas fluidos.
- Su principal labor se centra en la Institución I2, pero compagina como profesor asociado en la Institución I1.

La relación personal de este experto es especialmente interesante. Observamos que posee una experiencia profesional desde ambas instituciones, de modo que sus opiniones pueden servir para conocer cómo se desarrolla conjuntamente una misma área de la ciencia en ambas instituciones, cuáles son sus puntos de contradicción sobre un mismo profesional y cómo pueden llegar éstas a integrarse.

#### Expertos 6 (E6), 7 (E7), 8 (E8) y 9 (E9)

Dentro de este grupo de expertos encontramos una diferente formación básica. Los Expertos 6 y 7 son Ingenieros Aeronáuticos, el Experto 8 es Ingeniero Industrial y el Experto 9 es Ingeniero de Caminos, todos formados previamente en la Institución I1. Es relevante mencionar que desde que finalizaron sus estudios universitarios no han vuelto a estar en contacto con la universidad. Por tanto, se trata de un grupo de profesionales fuertemente influidos por la Institución I2, donde trabajan en el departamento de modelado de sistemas continuos involucrando interacción fluido-estructura. La trayectoria de este grupo de expertos se resume en:

- Ingenieros Industrial, de Caminos y aeronáuticos.
- Nulo contacto con instituciones universitarias, desarrollándose su labor dentro de la Institución I2 de forma exclusiva.
- Tienen experiencia como formadores dentro de la Institución I2, donde han desarrollado cursos internos sobre modelado de sistemas continuos. Este punto es interesante, ya que disponen de un mínimo espíritu crítico y experiencia como para formar parte de nuestro estudio.



- Para cada uno de los expertos, y como se ha mencionado, se ha seguido la metodología centrada en la entrevista mediante la elaboración de dos preguntas secuenciales. Las entrevistas fueron llevadas a cabo por medios telemáticos principalmente y tuvieron una duración máxima de 45 minutos. Se llevó a cabo un ciclo de entrevistas que implicó tanto a un único entrevistado como a varios. Dada la similitud curricular que se ha planteado anteriormente, las entrevistas se hicieron de acuerdo a la división de expertos señaladas, es decir, el Experto 1 fue entrevistado individualmente, los Expertos 2 y 3 fueron entrevistados en una misma reunión, el Experto 4 fue entrevistado de forma individual, el Experto 5 igualmente se entrevistó de forma individual, los Expertos 6 y 7 de forma conjunta y los Expertos 8 y 9 ídem pero en otra reunión separadamente. Las dos preguntas guías introducidas secuencialmente fueron:

Pregunta 1: ¿Qué contenidos considera que deberían impartirse en un curso de Ecuaciones Diferenciales en Ingeniería?

Pregunta 2: ¿Por qué esos contenidos?

Estas preguntas están formuladas de forma abierta con la intención de no condicionar en absoluto las posibles respuestas de los expertos. Como puede observarse no se menciona la posibilidad del modelado en Ecuaciones Diferenciales como un elemento clave, por el contrario se espera que emerjan todas las posibles perspectivas en materia de contenido hacia esta ciencia.

#### 4. RESPUESTAS OFRECIDAS A LAS PREGUNTAS GUÍA

En primer lugar conviene recordar que la formulación de las preguntas guía se ha llevado a cabo mediante el principio de proporcionar un entorno en el que los entrevistados puedan ejercer sus opiniones de forma abierta, espontánea y buscando una interacción natural entre los entrevistados y entre el entrevistado y el entrevistador. Es importante destacar que la subjetividad es habitual en este tipo de procesos en forma de entrevista, y más que una limitación, ha sido vista como una riqueza, como una forma de conectar con las relacionales personales de cada

entrevistado con las Ecuaciones Diferenciales y su noosfera. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis particular y comparativo de cada una de las aportaciones de los entrevistados con la intención de establecer conclusiones sobre la pregunta guía, en especial en los referente a las distancia institucionales y personales. A continuación, se expone de forma resumida cada una de las aportaciones de cada experto mediante un texto acordado con cada entrevistado.

Respuesta a la Pregunta 1 del Experto E1:

Ecuaciones Ordinarias Lineales, Sistemas de Ecuaciones, Series de Fourier, Problemas de Sturm-Liouville

Respuestas a la Pregunta 1 de los Expertos E2 y E3 (se recuerda que por estos expertos fueron entrevistados a la vez):

Creemos que los clásicos, pero incluyendo cálculo variacional por su utilidad en formulaciones energéticas

Respuesta a la Pregunta 1 del Experto E4:

Ecuaciones de primer orden lineales y no lineales, se segundo orden y orden "n". Análisis cualitativo de soluciones y su regularidad. Soluciones autosimilares. Método de Separación de Variables.

Respuesta a la Pregunta 1 del Experto E5:

Es importante que se preste atención al modelado. Modelos continuos. Tipos de ecuaciones diferenciales y resolución. Tipos de soluciones. Método de perturbaciones. Métodos computacionales para problemas no lineales. Optimización y búsqueda de soluciones.

Respuestas a la Pregunta 1 de los Expertos E6 y E7 (se recuerda que por estos expertos fueron entrevistados a la vez):

Tipos de ecuaciones en la ingeniería, aerodinámica, fluidos, estructuras... Método de los elementos finitos, cálculo asistido por ordenador, búsqueda de soluciones óptimas.

Respuestas a la Pregunta 1 de los Expertos E8 y E9 (se recuerda que por estos expertos fueron entrevistados a la vez):

Problemas reales en ingeniería. Tipos de soluciones, método de perturbación. Análisis numérico de ecuaciones, cálculo mediante ordenador, tipos y manejo de software sobre modelado de medios continuos.

Reproducimos a continuación las respuestas ofrecidas para la Pregunta 2.

### Respuesta a la Pregunta 2 del Experto E1:

Pienso que con el Plan Bolonia se han reducido enormemente las horas de docencia en ecuaciones diferenciales, minorándose herramientas poderosas como el análisis de Fourier y la transformada de Laplace que antes de Bolonia se estudiaban con mayor amplitud

### Respuestas a la Pregunta 2 de los Expertos E2 y E3 (se recuerda que por estos expertos fueron entrevistados a la vez):

El cálculo variacional es importante para la formulación energética que puede ser empleada para cálculos computacionales.

### Respuesta a la Pregunta 2 del Experto E4:

Creo que es importante hacer hincapié en los métodos cualitativos ya que en muchos casos dan una información más intuitiva del problema. Además, las soluciones autosimilares son una herramienta sencilla para conocer la dinámica de la ecuación y puede complementar muy bien al Método de Separación de Variables

### Respuesta a la Pregunta 2 del Experto E5:

Porque es necesario que el/la ingeniero/a sepa modelar en primer lugar y después resolver mediante métodos computacionales. Además es importante que sepa encontrar la solución óptima en términos económicos y de esfuerzo

### Respuestas a la Pregunta 2 de los Expertos E6 y E7 (se recuerda que por estos expertos fueron entrevistados a la vez):

Pensamos que se deben conocer los modelos clásicos ya que todo ingeniero de modelado debe partir de ellos para entender la física del problema. Después, creemos que debe ser capaz de encontrar soluciones y discutir su física mediante métodos asistidos por ordenador y elementos finitos.

### Respuestas a la Pregunta 2 de los Expertos E8 y E9 (se recuerda que por estos expertos fueron entrevistados a la vez):

Todo ingeniero debe partir de la realidad y conocer problemas reales. En la ingeniería, de nada sirve saber resolver ecuaciones “a mano” si no se conocen de donde proceden y a qué responden. Si se conocen será más intuitiva la búsqueda de soluciones. Aquí los análisis de perturbaciones y el uso de software computacional deben ser estudiados como contenidos a impartir.

## 5. DISCUSIÓN

Un primer aspecto de relevancia en la clasificación de las respuestas consiste en catalogar la perspectiva docente que ha dominado en las respuestas ofrecidas. Para codificar adecuadamente tales perspectivas, se ha hecho uso de la teoría de los momentos docentes propuesta por Gascón (2001). Esta teoría tiene su punto de partida en las diferentes concepciones epistemológicas de las matemáticas (en nuestro caso las Ecuaciones Diferenciales) y trata de construir una categoría de docentes que verán su actividad fuertemente condicionada por la epistemología, o acercamiento personal, hacia las Ecuaciones Diferenciales. Así, un docente que conciba esta ciencia desde una perspectiva experimental y cercana a la realidad concibe epistemológicamente las Ecuaciones Diferenciales de forma distinta a como lo haría un docente puramente teórico, o bien centrado en la resolución tipo de las mismas ecuaciones.

En relación a las respuestas ofrecidas a las Pregunta 1, existe una primera comparativa entre los Expertos E1, E2, E3, E4 (miembros de la Institución I1) y los Expertos E5, E6, E7, E8 y E9 (miembros de las Institución I2). Esta primera comparativa puede parecer trivial al establecer el hecho de que los expertos vinculados a la Institución I1 consideran que los contenidos a impartir son intrínsecos a las Ecuaciones Diferenciales. Se plantean contenidos que surgen de la teoría y de ejercicios propios de las ecuaciones. Diremos, por tanto, que en una primera aproximación, los expertos de la Institución I1 presentan contenidos influenciados por perspectivas docentes teoricistas y algorítmicas (Gascón, 2001). Por el contrario los expertos de la Institución I2 ponen el énfasis en la necesidad de introducir modelos que habiliten la introducción de los tipos de ecuaciones existentes así como sus tipos de soluciones. No ponen tanto énfasis en las técnicas algorítmicas clásicas para resolver las ecuaciones, sino en el uso de herramientas cualitativas y computacionales que permitan entender el comportamiento de las soluciones con la intención de seleccionar la más óptima en función del contexto económico que pueda darse en un determinado proyecto. Desde esta perspectiva, encontramos cabida para epistemologías cuasi-empíricas de las Ecuaciones Diferenciales que incitan a una actividad exploratoria sobre el modelo y sus soluciones. Siguiendo a Gascón (2001),

podemos establecer una perspectiva docente modernista que, además, puede tener influencias de corrientes constructivistas ya que el conocimiento puede ser generado desde situaciones cercanas a la realidad, y que por tanto serán más atractivas y retadoras para el ingeniero en formación.

Por otro lado, es interesante centrarse con mayor detalle en las respuestas a la Pregunta 2 debido a que se introducen ciertas justificaciones tecnológicas sobre los contenidos planteados. Destacamos la respuesta del Experto E1 quien señala la importancia de seguir impartiendo material de índole teórica sobre el análisis de Fourier y la transformada de Laplace. Su principal justificación reside en una comparación con planes de estudio anteriores a la implantación del Plan Bolonia en los estudios terciarios. Sin embargo, dentro de la misma institución I1, observamos otra justificación en los Expertos E2 y E3 quienes abogan por la introducción del Cálculo Variacional como vehículo teórico para introducir métodos energéticos y computacionales en Ecuaciones Diferenciales. Esta es una perspectiva más cercana a los planteamientos de los expertos de la Institución I2, sin embargo no se concreta cuál es la finalidad de la introducción de métodos energéticos y computacionales, y es en esta finalidad donde encontramos una justificación más profunda en los expertos de la Institución I2 como veremos más adelante. Por otra parte, destacamos que la respuesta del Experto E4 sugiere la importancia de desarrollar la intuición a una mayor escala mediante análisis cualitativos de soluciones y mediante soluciones autosimilares. Este experto se encuentra más preocupado por el conocimiento de la dinámica de las soluciones más que en la obtención de las soluciones en sí. Además, sostiene que el conocimiento de tales dinámicas desarrollará en mayor medida la intuición de los estudiantes hacia el problema en cuestión, y ciertamente consideramos que esto puede tener un impacto positivo en el desarrollo de la intuición que suele caracterizar a los profesionales de la ingeniería.

En relación a las respuestas a la Pregunta 2 proporcionadas por los expertos vinculados a la Institución I2, encontramos que el Experto E5 resume muy bien la justificación que sostienen las perspectivas docentes de este grupo de expertos. En concreto, la importancia de proponer modelos mediante Ecuaciones Diferenciales que sean capaces de dar

respuesta a las realidades enfrentadas, además de encontrar soluciones precisas mediante estrategias computacionales con la intención puesta en seleccionar la solución óptima que tenga en cuenta además otras variables económicas o de esfuerzo. Entendemos aquí, por tanto, que las estrategias computacionales permiten modificar parámetros en las ecuaciones del modelo y conocer cómo éstos influirán en las soluciones. La variación de estos parámetros puede responder a cuestiones económicas, o de otra índole, de tal forma que podemos conocer el impacto en las soluciones de forma directa, comparando mediante gráficas o representaciones tridimensionales digitales de la realidad. También se hace interesante mencionar que en las respuestas de los Expertos E6 y E7 aparecen referencias al conocimiento de modelos clásicos de la física-matemática y la importancia de interpretar otros modelos más complejos en base a éstos. Esta es una perspectiva docente interesante con fuertes vínculos con el constructivismo debido al hecho de partir de modelos más sencillos que puedan entenderse de forma intuitiva como paso previo a modelos más amplios. Ésta es de hecho la idea básica que subyace en todo progreso científico. Por último volvemos a encontrar referencias explícitas a la realidad a modelar en las respuestas de los Expertos E8 y E9. Indican, además, la relevancia de entender las soluciones con una visión intuitiva. Indican la importancia de las perturbaciones que pueda tener un problema y la necesidad de introducir conocimientos de software computacional como alternativa a las soluciones encontradas por procedimientos estándares “a mano”.

## 5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las respuestas ofrecidas y la discusión realizada, observamos en primer lugar que existe una distancia entre los expertos clasificados por instituciones. Hemos puesto de relieve los motivos de tal distancia y la demanda por parte de los expertos de la Institución I2 de una perspectiva docente modernista, constructivista y centrada en el modelo, como contraposición a perspectivas de índole teóricas y algorítmicas que parecen predominar en los expertos de la Institución I1.

En el presente análisis observamos que la noosfera propia de la Ecuaciones Diferenciales es diversa, dando lugar a la aparición de aristas que pueden incidir en su óptimo funcionamiento. Una reducción de la distancia institucional observada probablemente exigiría a la Institución I1 introducir contenidos más próximos a la construcción, interpretación y discusión del modelo matemático con búsquedas de soluciones mediante planteamientos computacionales y de perturbaciones.

Destacamos, por último, la importancia de conocer las opiniones de los expertos encuestados quienes poseen una elevada experiencia y cualidad profesional, siendo éste punto relevante en sí mismo como se ha puesto de manifiesto en las respuestas ofrecidas.

## 8. REFERENCIAS

- Artigue, M., & Winsløw, C. (2010). International comparative studies on mathematics education: a viewpoint from the anthropological theory of didactics. *Récherches en Didactiques des Mathématiques*, 30(1), 47-82
- Barquero, B., Bosch, M. Gascón, J. (2007). La modelización como instrumento de articulación de las matemáticas del primer ciclo universitario de Ciencias, Estudio de la dinámica de poblaciones. En L. Ruiz Higuera, A. Estepa F.J. García (Eds), *Matemáticas, escuela y sociedad. Aportaciones de la teoría antropológica de la didáctica* (pp. 531-544). Jaén.
- Blum, W. y Leiss, D. (2007). How do students and teachers deal with mathematical modelling problems? En C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, y S. Khan, (2006), *Mathematical modelling (ictma 12): Education, engineering and economics* (pp. 222-231). Chichester: Horwood Publishing,
- Chevallard, Y. (1986). *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. España. AIQUE Grupo editor, 1997.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique de Mathématiques*, 19(2). 221-266.
- Chevallard, Y. (2001). Aspectos problemáticos en la formación del docente. XVI jornadas del Seminario Interuniversitario de investigación en didáctica de las matemáticas. Huesca.
- Chevallard, Y. (2003). Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques. In S. Maury M. Caillot (Eds). *Rapport au savoir et didactiques*. pp. 81-104. Paris: Faber.

- Fauzan, A., Plomp, T., Gravemeijer, K. P. E. (2013). The development of an RME-based geometry course for Indonesian Primary schools. Educational design research - Part B. Illustrative cases. pp. 159-178.
- Freudenthal, H. (1983). Didactical phenomenology of mathematical structures. Dordrecht, Países Bajos: Reidel.
- Gascón, J. (2001). Incidencia del modelo epistemológico de las matemáticas sobre las prácticas docentes. Revista Latinoamericana de Investigación Matemática Educativa. Vol 4 (2), pp 129- 159
- Trouche, L., Gitirana, V., Miyakawa, T., Pepin, B., Wang, C. (2019) Studying mathematics teachers interactions with curriculum materials through different lenses: Towards a deeper understanding of the processes at stake. International Journal of Educational Research. Volume 93, 53-67.
- Widjaja, W., Dolk, M., Fauzan, A. (2010) The role of contexts and teacher's questioning to enhance students' thinking. Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia. Vol 33(2), p 168-186.



PRIMER SEMBACH DE LA FACULTAD  
DE TURISMO DE LA UNIVERSIDAD DE A CORUÑA.  
INTERMEDIACIÓN TURÍSTICA: LAS REDES SOCIALES  
EN EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES EN  
EL CICLO DEL VIAJE

---

ÁNGEL RODRÍGUEZ PALLAS  
*Universidad de A Coruña*

ANA MONTOYA REYES  
*Universidad de A Coruña*

## 1. INTRODUCCIÓN

Según defiende el Departamento de Educación de Estados Unidos, ante un mundo en constante cambio y a la vez extremadamente complejo resulta necesario que la juventud esté preparada para aportar conocimiento y que haya desarrollado su capacidad para solventar problemas, comprender la información y conocer el modo más adecuado para la recopilación y evaluación de las evidencias necesarias de modo que se pueda alcanzar una adecuada toma de decisiones (Kao y Kierman, 2022). No resulta por tanto extraño que el enfoque en la educación STEM, acrónimo en inglés que hace referencia a las Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, haya aumentado su popularidad a nivel mundial en los últimos años (Chu et al., 2023). Esta iniciativa se orienta a la enseñanza de materias relacionadas con las áreas de conocimiento STEM de manera interdisciplinaria para ayudar a que el alumnado desarrolle habilidades en las mismas (Martín-Páez et al., 2019).

El enfoque STEM se ha utilizado ampliamente en educación en todo el mundo (Holmlund et al., 2018). Ante la necesidad de introducir en el ámbito laboral habilidades de tipo creativo, cabe destacar en este punto la integración de las Artes como socio igualitario en el aprendizaje para

dar lugar al modelo de aprendizaje STEAM, en el que todos los aspectos relacionados con la existencia del ser humano alcanzan una importancia tan valiosa como la asignada a las áreas de conocimiento abordadas por el modelo STEM (Herranen et al., 2021). De este modo, y a través de la educación, es posible avanzar hacia naciones en las que los líderes futuros, los trabajadores y los vecinos alcancen la comprensión y estén capacitados para solventar determinados retos intrincados tanto del presente como del futuro en el marco de un mercado laboral caracterizado por su dinamismo, constante evolución y que es necesario satisfacer (Kao y Kierman, 2022).

Ante el contexto descrito, partiendo del enfoque STEM y en el marco de Edudixital 2020 (la Estrategia Gallega para la Educación Digital 2020 de la Xunta de Galicia) surge en la comunidad autónoma de Galicia la iniciativa STEMBach con el fin de fomentar la vocación de los estudiantes de secundaria hacia la investigación tecnológica y científica, permitiendo al mismo tiempo establecer conexiones directas con la educación universitaria. Se trata de una nueva perspectiva del enfoque STEM diseñada tanto para la rama de Ciencias como para la de Humanidades, a través del cual y durante dos cursos escolares, los alumnos de bachillerato llevan a cabo un proyecto de investigación codirigido por docentes universitarios (Castro-Santos et al., 2023).

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LA EDUCACIÓN STEM

La introducción del término STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) se remonta a la década de 1990, aunque fue en el año 2001 cuando Judith A. Ramaly, directora en ese momento de la *National Science Foundation* norteamericana, lo introduce como un término educativo (Batdi, et al., 2019). Desde entonces la educación STEM ha cobrado cada vez más importancia como un intento de integrar la educación de estas disciplinas en un enfoque holístico del aprendizaje (Martin-Páez et al., 2020). Este enfoque interdisciplinario tiene como objetivo desarrollar en los estudiantes el trabajo en equipo, las habilidades críticas, la capacidad para resolver problemas complejos y el pensamiento creativo (Karimi y Piña, 2021). Además, a través del trabajo en

equipo y la colaboración, dos componentes estratégicos de este enfoque de aprendizaje (Moore et al., 2020), la educación STEM promueve el desarrollo de habilidades emocionales y sociales como la comunicación y la empatía, fundamentales para el liderazgo, que resultan esenciales en el mundo laboral actual (Camacho et al., 2022).

La incorporación de la tecnología al aula también juega un papel importante en la educación STEM (Ortega et al., 2022). Los docentes pueden utilizar herramientas digitales y recursos en línea para crear entornos de aprendizaje interactivos y atractivos para los estudiantes (Mora et al., 2021). La tecnología también brinda a los estudiantes acceso a grandes cantidades de información y recursos, ayudándolos a desarrollar sus habilidades de investigación y autoaprendizaje (Vázquez, 2021).

Según la Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos, la *U.S. Bureau of Labor Statistics*, se espera que en la próxima década las ocupaciones relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas dupliquen su velocidad de crecimiento si las comparamos con el total de todas las ocupaciones (Zilberman e Ice, 2021).

En este contexto, y dado que en el siglo XXI la demanda de profesionales en las disciplinas STEM es cada vez mayor, la educación es un componente fundamental para poder dotar a los estudiantes de las habilidades necesarias para competir en el mercado laboral global (Fomunyan, 2020), pudiendo contribuir a satisfacer las necesidades existentes en el mercado laboral de contar con trabajadores cualificados que se adapten con rapidez a los nuevos avances tecnológicos (da Silva et al., 2021). Por ello, a medida que la economía moderna depende cada vez más de las tecnologías, la educación STEM se posiciona como una prioridad para seguir siendo competitivos y triunfar en el siglo XXI (López, 2021).

La metodología de enseñanza STEM no solo mejora la comprensión del alumnado sobre las disciplinas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, sino que también desarrolla habilidades valiosas que pueden transferirse a otras áreas de la educación (Ültay et al., 2020). En este sentido, uno de los beneficios clave del modelo STEM es fomentar el aprendizaje activo basado en proyectos, ABP (*Project Based Learning* o PBL en inglés) que involucra al alumnado a dar respuesta a problemas

del mundo real utilizando conocimientos y habilidades STEM (Diana y Sukma, 2021) y a través del cual los docentes pueden ayudar a los alumnos a aplicar conceptos y teorías de manera práctica (Smith et al., 2022). Esto proporciona una experiencia de aprendizaje más significativa y profunda, facilitando la retención de conceptos y la capacidad de transferir conocimientos a situaciones nuevas y desconocidas (Luy-Montejo, 2020).

La inclusión y la diversidad en la educación STEM son esenciales para que todos los estudiantes tengan acceso a los trabajos del futuro dado que pueden ayudar a abordar la subrepresentación de ciertos grupos, como las mujeres y los estudiantes de minorías en los campos STEM. Por todo ello, resultan fundamentales para garantizar la equidad y el acceso de todo el alumnado a las oportunidades en este campo (O’Leary et al., 2020).

La educación STEM es fundamental para desarrollar habilidades críticas y formar al alumnado para satisfacer las demandas del siglo XXI (Castro, 2022). El aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje interdisciplinario y el empleo de la tecnología en el aula permiten a los educadores crear entornos de aprendizaje dinámicos y atractivos que preparan al alumnado para que puedan alcanzar el éxito en una variedad de campos (Lagarón et al. 2022).

### 3. DE LA EDUCACIÓN *STEM* A LA *STEAM*: UN ENFOQUE HOLÍSTICO DE LA EDUCACIÓN

La educación STEM ha sido durante mucho tiempo una prioridad en entornos académicos y profesionales, dada la importancia de desarrollar habilidades esenciales para la innovación y el crecimiento económico necesarios en el siglo XXI (Sousa y Pilecki, 2013). Sin embargo, en la última década ha surgido un enfoque más integral y holístico llamado STEAM que incorpora la A de artes, integrando de este modo las disciplinas del ámbito del arte, humanidades y de las ciencias sociales a las especialidades científicas STEM (Colucci-Gray et al., 2019) para fomentar la creatividad y la innovación en el estudiantado (Connor et al., 2015).

Uno de los principales argumentos para la adopción del modelo de enseñanza STEAM es que la inclusión de las artes, humanidades y ciencias sociales desarrolla más profundamente habilidades como la creatividad, la innovación, el pensamiento crítico y la empatía; aspectos que nos capacitan mejor para resolver problemas complejos en el mundo actual y son importantes para una comunicación efectiva (Conradti y Bogner, 2020). La educación STEAM también fomenta la colaboración interdisciplinaria, lo cual les permite a los estudiantes la aplicación y combinación de sus conocimientos además de ayudarles a aplicar sus conocimientos entre disciplinas y comprender mejor cómo estas se interrelacionan (Yakman, 2008).

La enseñanza STEAM ha producido ganancias significativas en la participación y el rendimiento del estudiantado, especialmente entre los grupos subrepresentados en los campos STEM, como las mujeres y las minorías (Herro y Quigley, 2017). Además, la incorporación de elementos artísticos en la educación STEM ayuda a los docentes a aumentar el interés y la retención de conocimientos al hacer que los conceptos abstractos sean más accesibles y atractivos (Quigley y Herro, 2016).

Uno de los desafíos de implementar el modelo educativo STEAM es desarrollar currículos y programas efectivos que integren las artes, humanidades y ciencias sociales y las disciplinas STEM de manera equilibrada y significativa (Daugherty, 2013). Sin embargo, la educación STEAM se puede implementar con éxito a través de un enfoque pedagógico basado en proyectos en el que los alumnos trabajan en equipos interdisciplinarios para resolver problemas del mundo real (Sousa y Pilecki, 2013).

El modelo educativo STEAM está en constante evolución y se espera que siga creciendo en popularidad en el futuro. Además, la educación STEAM también está integrada en la industria y el mercado laboral, por lo que hace posible que los estudiantes desarrollen habilidades técnicas y creativas relevantes para la economía global (Krüger y Chiappe (2021). Al mismo tiempo que la educación STEAM sigue ganando terreno en la educación, es importante que sigamos investigando y evaluando la equidad y la diversidad en STEM, en las artes, humanidades y ciencias sociales además de su impacto en el aprendizaje y en el

desarrollo de habilidades de los estudiantes. La justificación de todo esto es sencilla ya que este enfoque interdisciplinario puede contribuir a una educación inclusiva mejor preparada para los desafíos del siglo XXI (Yakman, 2008).

#### 4. EL STEM BACH O BACHILLERATO DE EXCELENCIA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA EN GALICIA

En base a Edudixital 2020<sup>21</sup>, el Diario Oficial de Galicia publicaba el día 20 de junio de 2018 una resolución del 12 de junio de 2018 de la Consellería de Cultura, Educación y Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia a través de la Dirección General de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa con la que se regulaba en la Comunidad Autónoma Galicia una convocatoria con el fin de organizar e implantar de modo experimental para el curso 2018/2019 el Bachillerato de Excelencia en Ciencias y Tecnología o STEMbach. Este modelo de bachillerato consiste, fundamentalmente, en que los alumnos desarrollen un proyecto de investigación contando con la codirección de docentes de la universidad y que una vez finalizado se someta a defensa pública. De este modo y por primera vez, como así recoge la Resolución de 11 de octubre de 2018 de la Dirección General de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa, se resuelve de modo definitivo la relación de instituciones docentes autorizadas para implantar de forma experimental el bachillerato de excelencia en Ciencias y Tecnología (STEMbach) para el curso 2018/19. Una quincena de instituciones educativas de secundaria de la Comunidad Autónoma de Galicia empezaron a cursar en ese año académico este Bachillerato de Excelencia en Ciencia y Tecnología que, como ya se ha mencionado, promueve la adquisición de competencias estratégicas para el siglo XXI desde una perspectiva amplia, considerando tanto las directamente vinculadas al ámbito

---

<sup>21</sup> La Estrategia Gallega para la Educación Digital 2020 de la Xunta de Galicia busca impulsar, entre otros aspectos, la vocación STEM entre el alumnado, así como estimular entre los estudiantes de secundaria el espíritu científico y establecer contacto directo entre éstos y la universidad.

STEM como aquellas de tipo transversal, y en colaboración con los diferentes agentes sociales y sectores (De Castro et al., 2022).

#### 4.1. LA PRIMERA EXPERIENCIA STEMBACH DE LA FACULTAD DE TURISMO DE LA UNIVERSIDAD DE A CORUÑA

Tras la creación de la Facultad de Turismo dentro de la Universidad de A Coruña (UDC) mediante el Decreto 108/2021 de 1 de julio (DOG 14 de julio de 2021), tres profesores de la Facultad acuerdan apoyar la propuesta STEMBach y se proponen coordinar la dirección de un proyecto centrado en el ámbito de la intermediación/distribución turística titulado “Las redes sociales y su influencia en el ciclo de gestión del viaje: El proceso de toma de decisiones” que sería ofertado a un máximo de 5 alumnos de instituciones de educación secundaria de toda la Comunidad Autónoma de Galicia para los cursos 2021/2022 y 2022/2023 tanto en modalidad online como en modalidad presencial. Más de setenta propuestas de proyectos STEMBach habían sido presentados a la UDC en noviembre de 2021 por parte de catorce de sus Facultades y Escuelas Universitarias de la UDC. Únicamente en torno a un 20% se asignaron a alguna institución de educación secundaria, entre las que se encuentra la realizada por la Facultad de Turismo, propiamente dicha (UDC, 2021).

Para la puesta en marcha este proyecto STEMBach los profesores de la UDC implicados se coordinaron para realizar un trabajo previo que consistió en organizar el contenido con el objetivo de crear un programa adaptado en el que se incluyeron siete sesiones de tipo interactivo, impartidas de modo presencial. Cuatro sesiones se llevaron a cabo en el centro de enseñanza secundaria que les fue adjudicado, contando con la participación de tres estudiantes acompañados por dos de sus profesores que ejercían de tutores. Las tres sesiones interactivas restantes se impartieron en aulas de la UDC.

## 5. OBJETIVOS Y PROPÓSITO

Revisada la literatura al respecto de las experiencias STEMBach se constata la práctica inexistencia de investigación particularmente en el ámbito de las artes, la sociología y las humanidades.

El objetivo principal de esta investigación consiste en la valoración de la primera experiencia STEMBach puesta en marcha por la Facultad de Turismo de la Universidad de A Coruña y las posibilidades de seguir implantando proyectos de la misma naturaleza en sucesivas convocatorias, contribuyendo de este modo a aportar luz al vacío existente en la literatura.

Del objetivo principal deriva el objetivo secundario de tratar de comprender si la experiencia STEMBach contribuye a fomentar la vocación STEAM entre los estudiantes implicados.

Para dar respuesta a los objetivos planteados, se realiza una Sistematización de la Experiencia en la que los docentes de la Facultad de Turismo de la UDC implicados en el proyecto evalúan la experiencia STEMBach desarrollada en el bienio 2021-2023 descrita en el epígrafe anterior.

## 6. METODOLOGÍA

Para esta investigación se optó por la aplicación de una herramienta metodológica de investigación cualitativa, la Sistematización de Experiencias, que persigue reflexionar de modo crítico sobre una determinada experiencia con el fin de comunicar las lecciones y los aprendizajes surgidos de la mencionada reflexión (Aguilar, 2013).

A través de la Sistematización de Experiencias se producen aprendizajes y conocimientos importantes que hacen posible que nos podamos apropiarnos de los sentidos de las experiencias, que las podamos comprender a nivel teórico y que les podamos dar una orientación futura con una visión transformadora (Jara y López, 2020).

Las experiencias pueden ser definidas como procesos históricos y sociales en constante movimiento y cambio, complejos y únicos en la vida. En ellas participan diferentes factores subjetivos y objetivos interrelacionados que son capaces de expresar una gran riqueza de elementos acumulados por lo que también son irrepetibles e inéditas. Por otra parte, el término sistematización, que se emplea en diferentes especialidades, hace referencia básicamente a la clasificación, ordenamiento o



catalogación de información y datos dispersos (Jara y López, 2021). De este modo la Sistematización de Experiencias es definida como la interpretación de un modo crítico de una o múltiples experiencias, que tras ser ordenadas y reconstruidas, explícita o revela la lógica del proceso que se experimenta en ella. Además, aquellos factores que han contado con una intervención en el proceso, sus interrelaciones y los motivos por los cuales lo han hecho de esa forma son también observados (Jara, 1994).

La Sistematización de Experiencias Educativas busca organizar y plasmar de modo explícito, y por consiguiente comunicar, los diferentes saberes alcanzados a través de las experiencias, transformándolos en conocimiento que procede de crítica reflexiva de la práctica para que de un modo transformador pueda alimentar nuevas prácticas (Jara, 2014).

Existe múltiples opciones de abordar una Sistematización de Experiencias, puesto que dependerá de los objetivos concretos que nos hayamos fijado, del tamaño de la experiencia que deseamos someter a sistematización o de la identificación, el número de personas que participarán en esa sistematización, el tiempo a nuestra disposición y de las condiciones, entre otras posibilidades. Por lo tanto, se trata de una propuesta metodológica estructurada, aunque muy flexible, que no persigue el seguir unos pasos sino unos momentos metodológicos articulados mediante un proceso a través del cual el conocimiento se construye y produce. No se trata por lo tanto de un método uniforme, único y cerrado (Jara y López, 2020).

Para la Sistematización de la Experiencia asociada al proyecto STEMBach propuesto en esta investigación se siguen las cinco fases, etapas o pasos esenciales que Jara (1994) sugiere para su concreción. De este modo y como condición fundamental para que una experiencia pueda ser sistematizada el primer paso es Vivir esa Experiencia. Posteriormente, en una segunda etapa, es necesario realizar un Plan de Sistematización en el que se especificarán las fuentes de información con las que se cuenta y se diseña un procedimiento concreto en el que tanto el lugar como el tiempo de la experiencia deben ser delimitados además de los objetivos que se pretenden alcanzar en la misma. A mayores es necesario fijar algún tema transversal que nos permita trazar un hilo

conductor para esa experiencia. En tercer lugar, y con todo el material documentado del que se dispone, se procede a la Reconstrucción y Recuperación de la historia de ese proceso experimentado para alcanzar una visión global del mismo. Esto es indispensable para desarrollar la cuarta fase o etapa en la que se realiza una Interpretación Crítica de la experiencia y en la que se revelarán los aprendizajes alcanzados. En este proceso, entre otros aspectos, se deberá dar respuesta al porqué de sus cambios, se abordarán sus proyecciones, sus tendencias y se identificarán los desafíos resueltos y sin resolver, así como las tensiones de fondo detectadas. El proceso de sistematización de la experiencia finaliza con un quinto y último paso, la Comunicación de los aprendizajes alcanzados. Se trata de un momento clave en el que se deberán compartir tanto conocimientos como saberes y también se orientarán nuevas perspectivas.

## 7. RESULTADOS

Una vez finalizado en el mes de abril de 2023 el primer proyecto STEMBach ideado por la Facultad de Turismo de la Universidad de A Coruña (UDC) para el bienio 2021/2022 – 2022/2023, en el que han participado 3 docentes de la UDC y un grupo de 3 estudiantes (2 alumnas y 1 alumno) acompañados por 2 de sus profesores (tutores STEMBach) de un centro educativo de secundaria de A Coruña, se ha podido constatar que la integración de herramientas y métodos de enseñanza STEM es altamente beneficioso.

Uno de los mayores beneficios de este innovador método es que se consigue que el alumnado desarrolle habilidades y destrezas que son requeridas tanto para su integración en el actual mercado laboral como para su formación de cara a su futuro profesional. Las habilidades y destrezas que se promueven, que como se acaba de mencionar son muy valoradas en el entorno laboral y esenciales para alcanzar el éxito en cualquier carrera, incluyen la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la colaboración, la comunicación efectiva y la creatividad.

Además de lo ya mencionado, a través de la realización de este proyecto STEMBach, se ha corroborado que la educación STEM constituye un acercamiento a los procesos de aprendizaje activo los cuales fomentan

las experiencias prácticas, rompen paradigmas, disuelven fronteras disciplinares, integran esfuerzos con las artes y promueven diferentes posibilidades en el contexto de una amplia dimensión de la tecnología y la ciencia. Estos procesos además fomentan la resignificación de la investigación en el ámbito educativo multidisciplinario, basándose tanto en entornos físicos como virtuales. Si bien este método parte de la idea de que la curiosidad es el eje del conocimiento, también sustenta la necesidad de fortalecer los recursos, las redes, el talento humano y otros elementos extrínsecos e intrínsecos que posibiliten la definición de perspectivas curriculares personalizadas a partir del interés del alumno o alumna.

Este modelo educativo fomenta a mayores la participación de mujeres y minorías en los ámbitos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las matemáticas y las artes además de contribuir a cerrar las disparidades raciales y de género en estos campos. En este sentido, en este proyecto STEMBach en particular han participado 2 alumnas y 1 alumno contribuyendo a poner freno a la ya mencionada disparidad de género.

Por otra parte, se ha podido comprobar que la realización del proyecto STEMBach propuesto ha resultado ameno y motivador para los estudiantes. El hecho de haber implementado un proyecto de trabajo interdisciplinario promoviendo el aprendizaje colaborativo ha contribuido a que los estudiantes implicados se motivaran y pudiesen aprender a trasladar conceptos abstractos a casos reales. A mayores de lo ya mencionado, esta experiencia ha permitido igualmente a que los alumnos pudiesen explorar problemas del mundo real y crear soluciones sostenibles dentro del tema tratado utilizando sus habilidades STEAM. Además, se ha conseguido fomentar la creatividad y el pensamiento crítico entre los alumnos participantes.

Del mismo modo podemos afirmar que el STEMBach propuesto ha contribuido a fomentar la vocación STEAM entre los estudiantes, aspecto esencial para garantizar un futuro próspero y sostenible en nuestra sociedad. En este sentido los tres alumnos involucrados en el proyecto han manifestado que su participación en este STEMBach les ha ayudado a definir el camino que seguirán en su próxima formación universitaria. En concreto, una de las estudiantes que integra el grupo de trabajo se

decantará con toda probabilidad por cursar el programa de simultaneidad del Grado en Turismo y el Grado en Ciencias Empresariales en la UDC como resultado de esta experiencia.

En el desarrollo del este proyecto STEMbach hemos podido constatar igualmente elementos mejorables en relación con la dinámica de las tareas a realizar, siendo necesario implementar el diseño de los tiempos asignados a cada una de ellas. Además, se ha podido verificar la importancia de la interacción personal entre todos los participantes en el proyecto a través de la docencia presencial, la cual ha sido muy satisfactoria y productiva.

Por otra parte, es necesario destacar que a pesar de todas las posibilidades y ventajas que ofrece la docencia virtual consideramos para futuras convocatorias priorizar la presencialidad a la vista de los resultados de la experiencia. En este sentido se ha de considerar la proximidad geográfica de las instituciones educativas participantes como un elemento estratégico a tener en cuenta para que la actividad docente del profesorado y alumnado implicado no se vea afectada.

Otro aspecto susceptible de mejora que se ha identificado ha sido la necesidad de que exista una mejor coordinación y comunicación entre la sección encargada de la realización de los proyectos STEMbach en la UDC y el profesorado implicado, así como una mayor valoración y reconocimiento de la labor que los docentes participantes llevan a cabo.

Desde la perspectiva de los docentes implicados, la experiencia con los estudiantes del STEMbach ha sido enormemente enriquecedora y gratificante por su motivación, sus ganas de aprender, su disposición ante las actividades propuestas, así como por su proactividad en el desarrollo de estas. El *feedback* recibido por parte de los estudiantes ha sido igualmente muy positivo, todos recomiendan vivir esta experiencia. Además, nos ha permitido verificar, por un lado, que la mayor parte del material docente diseñado se adecuaba al perfil del alumnado y, por otro lado, identificar aquellos aspectos que necesitan ser mejorados. Hechos que nos anima a seguir progresando, a compartir dicha experiencia con toda la comunidad docente que pueda estar interesada y a seguir implantando

proyectos de la misma naturaleza en sucesivas convocatorias del programa STEMBach en base a los resultados de la experiencia vivida.

## 8. CONCLUSIONES

Aunque históricamente los campos de las artes, la sociología y las humanidades han tenido menos protagonismo en los currículos académicos de los estudiantes en comparación con otras materias, estos no limitan su aporte cognitivo para lograr un proceso de enseñanza-aprendizaje integral y holístico.

Eso se ha podido demostrar con este proyecto STEMBach con una temática en la materia de Turismo por lo que podemos afirmar que la inclusión de las artes, humanidades y ciencias sociales al STEM, aumenta y completa el acrónimo STEAM, promoviendo así el desarrollo y la integración de las disciplinas tecnológicas, científicas y artísticas en un único entorno interdisciplinario con mayor motivación, compromiso y pertinencia. De este modo, se configura una educación integral que permite un abordaje activo y experimental del proceso de enseñanza-aprendizaje, rompiendo las barreras disciplinares y brindando la oportunidad de incorporar el arte y las humanidades a la tecnología y la ciencia.

Hoy en día, la educación STEM se promueve como un reemplazo efectivo de las arduas búsquedas educativas de las últimas décadas. Todo el mundo es consciente de que se ha buscado un enfoque interdisciplinario que permita dar respuesta a diferentes problemas debido a que los problemas sociales han evolucionado, o más exactamente, se han vuelto más complejos en el sentido científico más exacto. En esta investigación y a través de una primera experiencia STEMBach experimentada entre la Facultad de Turismo de la UDC y un centro de educación secundaria de A Coruña se enfatiza que las prácticas asociadas a la enseñanza STEM/STEAM son una gran ilustración del potencial para preparar a la ciudadanía a partir de encuadres emergentes y transdisciplinarios ante la crisis educativa global.

En una era en la que se debaten temas complejos, sistemas y paradigmas emergentes o la reciente irrupción de la inteligencia artificial, la educación debe experimentar una transformación mediante la investigación

científica para aumentar el conocimiento del modo en que la intersubjetividad, que permite la sincronía interpersonal y la interacción social, facilita la asimilación de nueva información y permite transformarla en un pensamiento significativo, novedoso, creativo y crítico. En este sentido, la metacognición representa un territorio relativamente desconocido y por tanto un desafío tanto en la educación general como en la educación STEAM.

Aunque como hemos podido comprobar la capacitación STEAM proporciona múltiples beneficios, también presenta desafíos que deben abordarse para garantizar su éxito. Uno de los mayores problemas existentes detectados es la carencia de recursos para la implementación de programas de capacitación efectivos ya que buena parte de las instituciones de educación secundaria carecen tanto de docentes experimentados en la enseñanza STEAM como de materiales necesarios para abordar este modelo de enseñanza. Otro de los desafíos a acometer es la falta de cooperación entre la academia y las organizaciones del sector privado, que podrían contribuir a proporcionar recursos y oportunidades de capacitación.

Pese a la existencia de desafíos en la implementación de la educación STEAM, entre los que destacan el imperativo de contar con personal docente capacitado y la necesidad de realizar una inversión significativa en equipos, herramientas y tecnología, proyectos como el STEMBach se erigen como herramientas importantes con un gran potencial para desarrollar entre el alumnado las habilidades necesarias en el mercado laboral tanto actual como futuro, promoviendo la diversidad y la inclusión en las aulas y motivando a los estudiantes a aprender de manera efectiva y con un propósito. A la vista de los resultados de este trabajo se puede afirmar que, aunque en la práctica existen dificultades, estos proyectos son una inversión importante para el desarrollo del porvenir de nuestro alumnado y de nuestro país.

## 9. REFERENCIAS

Aguiar, J. G. (2013). Sistematización como método de investigación cualitativa: un uso nuevo de las cosas conocidas. *Educación y futuro digital*, (6), 29-41. Recuperado de <https://bit.ly/3LI3DbO>

- Batdi, V., Talan, T., & Semerci, C. (2019). Meta-analytic and meta-thematic analysis of STEM education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 7(4), 382-399. Recuperado de <https://bit.ly/3AGErwe>
- Camacho, A.; García, L.; Peña, R. y García, S. (2022). *MentorADA: Estructura, Estrategias y Resultados (1.1)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6841169>
- Castro, P. A. (2022). Reflexiones sobre la educación STEAM, alternativa para el siglo XXI. *Praxis*, 18(1), 158-175. <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.3762>
- Castro-Santos, L., Guillén, F. P., Lamas-Galdo, I., García-Diez, A. I., Díaz, J. E., Boedo-Vilabella, L., Lagoa-Varela, M.D., Álvarez-García, B. y Filgueira-Vizoso, A. (2023). STEMBach Experiences at Higher Education. *Open Education Studies*, 5(1). <https://doi.org/10.1515/edu-2022-0178>
- Chu, W. W., Hafiz, N. R. M., Mohamad, U. A., Ashamuddin, H. y Tho, S. W. (2023). A review of STEM education with the support of visualizing its structure through the CiteSpace software. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(1), 39-61. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09728-3>
- Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D. y Cooke, C. (2019). A Critical Review of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). En P. Thomson (Ed.), *Oxford Research Encyclopedia of Education* (pp. 1-26). Londres: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.398>
- Connor, A., Karmokar, S. y Whittington, C. (2015). From STEM to STEAM: Strategies for enhancing engineering & technology education. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 5(2), 37-47. <http://dx.doi.org/10.3991/ijep.v5i2.4458>
- Conradty, C. y Bogner, F. X. (2020). From STEM to STEAM: Cracking the Code? How Creativity & Motivation Interacts with Inquiry-based Learning. *Creativity Research Journal*, 31(3), 284-295. <https://doi.org/10.1080/10400419.2019.1641678>
- da Silva, D. G., de Souza, M. R., & Kalhil, J. B. (2021). Habilidades esenciales para el siglo XXI a través de la educación STEM. *Latin-American Journal of Physics Education*, 15(1), 3. Recuperado de <https://bit.ly/3oBCn5I>
- Daugherty, M. K. (2013). The Prospect of an "A" in STEM Education. *Journal of STEM Education Innovations and Research*, 14(2). Recuperado de <https://bit.ly/3AnmRgF>

- De Castro, M.; Costoya, X; Diaz-Vilela, S.; Fernández, M.; Gil-Pereiras, A. y Gómez-Gesteira, M. (2022) Wave energy generation: a STEMBach experience with “IES As Lagoas (ourense)”, EDULEARN22 Proceedings, pp. 3771-3779. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2022.0922>
- Decreto 108/2021, de 1 de julio, por el que se aprueba la creación de la Facultad de Turismo de la Universidad de A Coruña Diario Oficial de Galicia, 133, de 14 de julio de 2021 Pág. 35906. Recuperado de <https://bit.ly/3ozgc07>
- Diana, N. y Sukma, Y. (2021). The effectiveness of implementing project-based learning (PjBL) model in STEM education: A literature review. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1882, No. 1, p. 012146). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012146>
- Fomunyam, K. G. (2020). *Theorizing STEM education in the 21st century*. London: IntechOpen. <https://dx.doi.org/10.5772/intechopen.77870>
- Herranen, J., Fooladi, E. C. y Milner-Bolotin, M. . (2021). Promoting STEAM in Education. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 9(2), 1–8. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.2.1559>
- Herro, D. y Quigley, C. (2017). Exploring teachers’ perceptions of STEAM teaching through professional development: Implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 43(3), 416-438. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>
- Holmlund, T. D., Lesseig, K. y Slavitt, D. (2018). Making sense of “STEM education” in K-12 contexts. *International journal of STEM education*, 5, 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0127-2>
- Jara, Ó. (1994). *Para sistematizar experiencias: una propuesta teórica y práctica*. San José de Costa Rica: Centro de Estudios y Publicaciones Alforja.
- Jara, Ó. (2014) *La Sistematización de Experiencias, práctica y teoría para otros mundos posibles*. Lima: Centro de Estudios y Publicaciones Alforja. Recuperado de <https://bit.ly/3AF3sYH>
- Jara, Ó. y López, G. (2020). *Guía para la sistematización de experiencias educativas transformadoras para la ciudadanía global*. Madrid: InteRed. Recuperado de <https://bit.ly/41VmWo4>
- Kao, V. y Kiernan, J. (Eds.). (2022). *Writing STEAM: Composition, STEM, and a New Humanities*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003123347>
- Karimi, H.S. y Piña, A. A. (2021). Strategically addressing the soft skills gap among STEM undergraduates. *Journal of Research in STEM Education*, 7(1), 21-46. <https://doi.org/10.51355/jstem.2021.99>
- Krüger, W. y Chiappe, A. (2021). Habilidades del siglo XXI y entornos de aprendizaje STEAM: una revisión. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(68). <https://doi.org/10.6018/red.470461>



- Lagarón, D. C., Casal, J. D., Rodríguez, C. S., Simó, V. L. y Grimalt-Álvaro, C. (2019). Perspectivas, Metodologías y Tecnologías en el despliegue de la educación STEM. *Ciències*, 44, 22. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencias.470>
- López, D. L. (2021). Tendencias y desafíos de los sistemas educativos para el siglo XXI. *Dialogus Revista Científica*, 5(7), 63-78. <https://doi.org/10.37594/dialogus.vli7.301>
- Luy-Montejo, C. (2019). El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el desarrollo de la inteligencia emocional de estudiantes universitarios. *Propósitos y representaciones*, 7(2), 353-383. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.288>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J. y Vilchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J. y Vilchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Moore, T. J., Johnston, A. C. y Glancy, A. W. (2020). STEM integration: A synthesis of conceptual frameworks and definitions. En *Handbook of research on STEM education* (pp. 3-16). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429021381-2>
- O'Leary, E. S., Shapiro, C., Toma, S., Sayson, H. W., Levis-Fitzgerald, M., Johnson, T., & Sork, V. L. (2020). Creating inclusive classrooms by engaging STEM faculty in culturally responsive teaching workshops. *International Journal of STEM education*, 7, 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00230-7>
- Ortega, A. P., López, V. P. y Mediavilla, D. M. (2022). El papel de las nuevas tecnologías en la educación STEM. *Bordón: Revista de pedagogía*, 74(4), 11-21. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.96550>
- Quigley, C. y Herro, D. (2016). "Finding the joy in the unknown": Implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410-426. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9602-z>
- Resolución de 11 de octubre de 2018, de la Dirección General de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa, por la que se resuelve definitivamente la relación de centros docentes autorizados para la implantación del bachillerato de excelencia en Ciencias y Tecnología (STEMbach), de forma experimental para el curso 2018/19. *Diario Oficial de Galicia*, 204, de 25 de octubre de 2018 Pág. 47017. Recuperado de <https://bit.ly/3ozgc07>

- Resolución de 12 de junio de 2018, de la Dirección General de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa, por la que se regula el bachillerato de excelencia en Ciencias y Tecnología (STEMbach), de forma experimental para el curso 2018/19. Diario Oficial de Galicia, 117, de 20 de junio de 2018 Pág. 29814. Recuperado de <https://bit.ly/3H6YIhZ>
- Smith, K., Maynard, N., Berry, A., Stephenson, T., Spiteri, T., Corrigan, D., ... & Smith, T. (2022). Principles of Problem-Based Learning (PBL) in STEM Education: Using Expert Wisdom and Research to Frame Educational Practice. *Education Sciences*, 12(10), 728. <https://doi.org/10.3390/educsci12100728>
- Sousa, D. A. y Pilecki, T. (2013). *From STEM to STEAM: Using brain-compatible strategies to integrate the arts*. Thousand Oaks, California: Corwin Press.
- UDC (2021). Oferta de proxectos STEMBach 2021-2023. Recuperado de <https://bit.ly/3LHs3IU>
- Últay, N., Zivali, A., Yilmaz, H., Bak, H. K., Yilmaz, K., Topatan, M. y Kara, P. G. (2020). STEM-Focused Activities to Support Student Learning in Primary School Science. *Journal of Science Learning*, 3(3), 156-164. Recuperado de <https://bit.ly/3V0Z3bN>
- Vázquez, E. (2021). *Medios, recursos didácticos y tecnología educativa*. Madrid: UNED.
- Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. *Pupils' Attitudes Towards Technology (PATT-19) Conference: Research on Technology, Innovation, Design, and Engineering Teaching*, 1-16. Recuperado de <https://bit.ly/4lrXLtl>
- Zilberman, A. y Ice, L. (2021). Why computer occupations are behind strong STEM employment growth in the 2019–29 decade. *Beyond the Numbers: Employment & Unemployment* 10(1), 1-9. Recuperado de <https://bit.ly/3KWtn2I>

# LA REALIDAD AUMENTADA EN EDUCACIÓN PRIMARIA. OPORTUNIDADES DIDÁCTICAS EN EL AULA DE CIENCIAS

---

EVA IZQUIERDO SANCHIS  
*Universitat de València*

ISABEL PONT NICLOS  
*Universitat de València*

## 1. INTRODUCCIÓN

La implantación de las TIC en el sistema educativo español continúa siendo una asignatura pendiente, y la Realidad Aumentada (RA) no es ajena a este hecho, que se acentúa más si cabe en Educación Infantil y Educación Primaria. Así lo corroboran estudios como el realizado en España por Rivadulla & Rodríguez (2020) con una muestra de 806 docentes y en el que se concluye que la mayoría no había implementado nunca la RA en el aula. Lo llamativo es que aquellos que sí la habían utilizado señalaban como positivo el aumento de la motivación (imprescindible dado el creciente desinterés del estudiantado por la Ciencia) y la mejora formativa del alumnado; ya que esta tecnología ayuda a asimilar los contenidos abstractos complejos en Ciencias, concretándolos y creando un entorno de aprendizaje significativo (Arici et al., 2019). Por ello, la RA es considerada por muchos especialistas e investigadores como una tecnología muy prometedora en el ámbito educativo (Alalwan et al., 2020; Rivadulla & Rodríguez, 2020; Sahin & Yilmaz, 2020).

Aunque el término Realidad Aumentada vio la luz en 1992 para nombrar a la tecnología que facilitaba el aumento del campo visual gracias a la tecnología de visualización frontal, la primera definición de RA se debe a Azuma (1997), que la utilizó para denominar a aquella tecnología en tres dimensiones que posibilita la visión de una realidad complementada combinando el mundo virtual y el real. Pero esta definición fue ampliada

a todos los sentidos, puesto que la RA no se circunscribe solo al sentido de la vista, sino que es multisensorial. Esta es la razón por la que Akçayir & Akçayir (2017, p. 1) propusieron la RA como “una tecnología que superpone objetos virtuales en el mundo real”. Se trata de una definición muy simple y amplia, pero más precisa y no excluyente respecto a todas las formas de percepción humana.

La investigación en RA ha vivido un importante incremento a partir de 2011. Esto se debe a la generalización del uso de los móviles y tabletas entre la población, que también hay que explicar que ha sido favorecida por la disminución del precio y progresiva ampliación de rendimiento, como la RA requiere. Todo esto facilita, pero aún podría hacerlo más, su utilización en el ámbito educativo (Akçayir & Akçayir, 2017; Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018).

Recientemente, ha surgido la polémica sobre si utilizar la RA o la Realidad Virtual (RV) en Ciencias. Las dos tecnologías se sirven de objetos tridimensionales para conseguir un aprendizaje más significativo; pero donde difieren sustancialmente es en el entorno en el que se mueven, ya que la RA inserta objetos virtuales en un entorno real y la RV siempre trabaja en un entorno virtual (Sahin & Yilmaz, 2020). Ambas tecnologías impulsan el aprendizaje exploratorio y fomentan una actitud positiva hacia la Ciencia y la educación científica.

El profesorado, quien tiene también la responsabilidad de introducir las TIC en las aulas y favorecer una educación digital y mediática, percibe una mayor utilidad de la RA sobre la RV. Esto se debe al sencillo manejo y un menor tiempo para adquirir un cierto dominio. La RA requiere poco *hardware* y *software* para funcionar (un móvil o dispositivo portátil y una aplicación con marcadores de papel, por ejemplo) en comparación con la RV. Este factor es decisivo a la hora de que el profesorado se incline por la RA, además de que muchas de sus aplicaciones no necesitan conexión a Internet para ser utilizadas. Por otra parte, la RA también permite que el aprendizaje sea más real; puesto que se puede observar y sentir el objeto físico, aunque la interacción se produzca con el mundo virtual (no todo es virtual como en la RV), reportando a la experiencia una mayor significación (Alalwan et al., 2020). Sin embargo, Kerawalla et al. (2006) señalan que, aunque el profesorado reconocía los

beneficios de la incorporación de esta tecnología en el aula, le gustaría tener un mayor control del contenido que utiliza el sistema para adaptarlo a las necesidades de su alumnado. Así, estos autores explican que les gustaría que fuera más flexible y controlable, con la posibilidad de poder añadir o suprimir elementos por separado y ralentizar o detener las secuencias de animación. Estos comentarios apuntan en la línea de diseñar entornos en los que el estudiantado pueda explorar y manipular para, de esta manera, promover el aprendizaje basado en la indagación.

En fin, la educación de calidad es uno de los objetivos que persigue todo sistema educativo y para que se pueda dar debe contar con, entre otras cosas, un profesorado formado y actualizado para cubrir las necesidades del estudiantado en el nuevo entorno digital. Es decir, la sociedad del siglo XXI reclama docentes con un buen nivel de alfabetización digital. La implementación de las TIC en las aulas plantea nuevas formas de concebir el sistema educativo con nuevos retos y horizontes. Sin embargo, muchos educadores, aun admitiendo los beneficios que conlleva la inclusión de las TIC para el proceso de enseñanza-aprendizaje, muestran su falta de compromiso para incorporarlas en su práctica diaria habitual (Forteza et al., 2020). La mera presencia de las TIC en los colegios de Educación Primaria no asegura una mejora en la calidad de nuestro sistema educativo; ya que debe favorecerse su integración y uso didáctico en el entorno de aprendizaje, si se quieren lograr procesos formativos de calidad. Y esto último solamente se consigue con la implicación y compromiso de todos los que, de una manera u otra, intervienen en el proceso de formación del alumnado: profesorado, familias, educadores, psicólogos, etc. (Aydin, 2021).

En una investigación realizada con docentes griegos, los resultados mostraron que la tecnología RA no está muy extendida a nivel social y educativo, ya que el escaso profesorado que la había utilizado no reconocía que esas aplicaciones eran de RA. Aunque mostraban la necesidad de formarse, la situación les parecía estresante para la mayoría, porque la formación que reciben no va acompañada, normalmente, de prácticas sobre lo aprendido. Con todo, su actitud era positiva hacia la tecnología digital y especialmente hacia la RA. Las limitaciones del plan de estudios en cuanto al tiempo disponible fue uno de los factores más

restrictivo en opinión del profesorado (Tzima et al., 2019). En cuanto al profesorado en formación, las actitudes que muestran estos futuros docentes difieren bastante del profesorado en activo, así consideran la tecnología digital RA como un recurso ideal para crear nuevos formatos de aprendizaje adaptados a las características de la diversidad del alumnado, respetando la perspectiva inclusiva. También consideran que la RA potencia la capacitación a través de la experimentación y que el aprendizaje a través del libre descubrimiento que permite la RA, así como la transversalidad que implementa al desarrollo curricular de los contenidos, se ve reforzada. El elemento más valorado por el alumnado del grado fue la creatividad (Barroso & Gallego, 2017; Garay et al., 2017; Moreno & Leiva, 2017; Wei et al., 2015).

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal del trabajo es analizar la relevancia e impacto de la Realidad Aumentada en educación. Para tal fin, se pueden concretar varios objetivos específicos:

- Definir la Realidad Aumentada en el contexto de las TIC educativas.
- Explicar la recepción que la Realidad Aumentada ha tenido en diversos países a partir de estudios empíricos recientes.
- Presentar las oportunidades didácticas que la Realidad Aumentada genera en las aulas, y en particular en la de Ciencias, lo que lleva a mostrar estudios que evidencian el aumento del rendimiento académico y la motivación del alumnado.
- Valorar la todavía escasa utilización del profesorado de la Realidad Aumentada y su relación con una modesta competencia digital docente.

## 3. METODOLOGÍA

El estudio se configura como una revisión bibliográfica que categoriza los estudios más recientes, para en un segundo momento discutir sus

resultados poniéndolos en relación con claves teórico-metodológicas educativas en general, y de la educación científica en particular. Así, los estudios reseñados en el apartado “Resultados” muestran la escasa implementación de la tecnología RA en el aula de Ciencias debido, en gran parte, a la escasa y deficiente formación digital del profesorado para aplicar esta tecnología que se ha evidenciado eficiente en la adquisición de contenidos abstractos complejos en Ciencias y en la observación de fenómenos no accesibles en la vida real, además de fomentar el aprendizaje significativo. Todo esto se interpreta en clave instructiva, proponiendo cambios en la formación del profesorado y propuestas didácticas para el aula de Ciencias, contribuyendo, pues, a una reflexión prospectiva que hace suyas las conclusiones de los estudios glosados sobre el aumento de la motivación, actitudes e incluso rendimiento académico cuando se incorpora la RA a la práctica docente en Ciencias.

#### 4. DISCUSIÓN

El inconveniente más generalizado entre los investigadores sobre la RA no es ajeno a lo que sucede con cualquier TIC que se desea introducir en el aula, y es que el alumnado necesita tiempo para familiarizarse con la aplicación y la metodología utilizada. En este sentido, Wen (2021) destaca, además, que con el enfoque del “Aumento Generado por el Aprendizaje” implementado con RA, este tiempo se incrementa debido a la necesidad de elaborar los artefactos de RA para, en un segundo momento, interactuar con el entorno y los compañeros y compañeras de clase.

Alalwan et al. (2020), en un estudio realizado con profesores de Educación Primaria, concluyen que los principales problemas mencionados por los docentes en el uso de la RA en la clase de Ciencias fueron: no permitir que el alumnado traiga sus propios móviles al colegio; recursos ambientales o del entorno limitados; falta de compromiso e interés a largo plazo; carencia de un diseño instruccional; una competencia digital inadecuada o limitada de los docentes; y falta de atención focalizada en el alumnado. Además de la apuntada necesidad de más tiempo en clase para familiarizarse e instruirse en el uso de la aplicación y la distracción

provocada por el efecto novedad, Ibáñez & Delgado-Kloos (2018) añaden el problema de la *usabilidad* y la dificultad de su incorporación en aulas con una elevada ratio. También advierten de resultados contradictorios respecto a la facilidad o dificultad para el uso por parte del alumnado y si causa o no una sobrecarga cognitiva. Algunos de estos problemas son comunes a todas las tecnologías.

Kerawalla et al. (2006) extraen en su estudio una serie de requisitos de diseño que deberían de reunir las aplicaciones de RA a utilizar en las aulas:

- El contenido de RA debe ser flexible para que el profesorado pueda adaptarlo al nivel, ritmo y características de cada estudiante, pudiendo suprimir o añadir elementos o cambiar la velocidad en que se muestran las animaciones.
- Los sistemas RA deben acompañar su material curricular al tiempo disponible en el currículum para los métodos de enseñanza tradicional.
- El alumnado debe ser capaz de explorar el contenido de RA, y este proceso debe estar bien estructurado para maximizar las oportunidades de aprendizaje.
- Las aplicaciones de RA deben adaptarse a la naturaleza y limitaciones del contexto institucional donde se van a desarrollar (enfoque de diseño centrado en el usuario).

La revisión sistemática de la literatura realizada por Akçayir & Akçayir (2017) sobre la RA evidencia algunas lagunas en cuanto a su aplicación en el alumnado con Necesidades Educativas Especiales (NEE), en estudiantes dotados y también en la Educación Infantil. Revisiones posteriores, como la realizada por Ibáñez & Delgado-Kloos (2018), entre los años 2010 a 2017, confirman estas afirmaciones, al señalar que tan solo dos artículos seleccionaron alumnos dotados o con NEE para sus estudios de RA.

También Garzón & Acevedo (2019), en sus conclusiones después del metaanálisis de 64 artículos de investigación realizado entre 2010 y



2018, ponen de relieve la necesidad de comparar los resultados obtenidos con los de los estudiantes con necesidades educativas especiales. Por eso, se hace necesario investigar más para ver cómo se puede implementar esta tecnología de manera que resulte beneficiosa para todo el alumnado, independientemente de sus características personales.

Por su parte, Alderete et al. (2017) advierten del peligro de provocar una nueva brecha digital con la introducción de estas nuevas tecnologías en la escuela; ya que representan una nueva barrera para aquellos estudiantes más desfavorecidos social y económicamente. Explican que, aunque resulte llamativo, no todas las economías familiares pueden permitirse poner a disposición del alumnado un teléfono móvil con acceso a Internet para poder realizar actividades de RA en el aula o en el hogar. Y también es evidente que el uso de móviles en los colegios no está carente de peligros, y por eso no es extraño que haya profesores y padres poco partidarios de su uso en las aulas (Alalwan et al., 2020).

La mayoría de las intervenciones experimentales que se han realizado con RA en el ámbito educativo consisten en actuaciones muy cortas (menos de un mes), lo que lleva a plantear a muchos investigadores la posibilidad de que los efectos beneficiosos se deban al “efecto novedad” y no al tratamiento propiamente dicho. Sería interesante, desde el punto de vista científico, realizar estudios longitudinales para comprobar el efecto que tienen estas intervenciones con RA sobre la memoria a largo plazo y la adquisición de conocimientos, según proponen Garzón & Acevedo (2019).

## 5. RESULTADOS

En el estudio citado de Garzón & Acevedo (2019) se demuestra que hay un mayor incremento en el aprendizaje cuando se usan aplicaciones RA respecto de otros recursos didácticos como las herramientas multimedia o las clases magistrales más tradicionales. En este contexto, conviene tener presente que el alumnado de Educación Primaria presenta dificultades para asimilar los contenidos abstractos complejos en Ciencias, y que esto es algo de sencilla solución con la tecnología RA. Como queda explicado, esta favorece la creación de un entorno de aprendizaje

significativo que, partiendo de la modificación de las actitudes y la capacidad de potenciar el aprendizaje significativo, se ha mostrado útil para mejorar el rendimiento educativo. Y es que la RA incorpora y da visibilidad a conceptos abstractos y de este modo permite la observación de fenómenos imposibles de presenciar en la realidad (Arici et al., 2019).

En este punto, cabe destacarse que ya se dispone de aplicaciones específicas de RA para utilizar en el aula de Ciencias. Rivadulla & Rodríguez (2020) citan las siguientes: *Anatomía*, que aborda con marcadores los contenidos del esqueleto, cráneo, tronco, cuello y extremidades; *Anatomy 4D* y *Corinth Anatomy*, ambas permiten estudiar los sistemas del cuerpo humano; *Aumentaty Autor*, para los sentidos; *Learn AR*, para órganos, corazón y huesos; *HeartCam*, para estudiar el corazón; o, entre otras disponibles, *iSkull*, que permite visibilizar el cráneo y sus partes.

Según queda explicado, esta tecnología RA afecta positivamente al rendimiento académico, a las actitudes y a la motivación del estudiantado en la clase de Ciencias, que acaba mostrando satisfacción en el uso de las aplicaciones RA y materiales empleados. También se ha encontrado una correlación significativa entre rendimiento y actitudes, de manera que el alumnado que adquiere con la tecnología RA conceptos de Ciencia también muestra actitudes positivas y obtiene un mayor rendimiento académico (Sahin & Yilmaz, 2020). Además, en una revisión de la bibliografía que abarca 61 artículos publicados en revistas y actas de congresos, Garzón & Acevedo (2019) concluyen que la ventaja más destacada de la RA en la educación son las “ganancias de aprendizaje” y la motivación, además de que cubre una gran variedad de temas y niveles académicos lo que podría indicar que ha alcanzado la madurez y se ha consolidado con éxito en los entornos educativos.

En el mismo sentido, Di Serio et al. (2013) demuestran a partir del análisis de estudios recientes que el uso de la RA supone un aumento de la motivación que comporta en el alumnado altos niveles de satisfacción personal y un aumento de la atención, siempre, eso sí, que las temáticas resulten interesantes para el estudiantado. Lo mismo sucede en niveles universitarios entre futuros docentes y en profesionales de distintas disciplinas, lo que confirma el carácter global de la RA.

El hecho es que la motivación resulta imprescindible, ya que, como se desprende de los estudios de Esteve & Solbes (2017), hay un desinterés creciente por la Ciencia en el alumnado de Educación Primaria a medida que van avanzando en los niveles de estudio. Esta tendencia se hace más evidente en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, donde la mayoría del estudiantado cursa la modalidad de “Humanidades y Ciencias Sociales”. Incluso un porcentaje importante del alumnado que enfoca sus estudios de Bachillerato en “Ciencias y Tecnología” acaba en la universidad estudiando titulaciones relacionadas con Ciencias de la Salud. En definitiva, la Ciencia es considerada por el alumnado como difícil y de poca o nula aplicación en sus vidas, además de ser percibida como la fuente de problemas sociales y medioambientales (Álvarez & Valls, 2019). Tampoco ayuda el uso abusivo del libro de texto que contribuye a este desencanto (Aguilera & Perales, 2018).

Arici et al. (2019) en un estudio sobre las tendencias de investigación de los últimos seis años (2013-2018) sobre la RA en la educación científica, muestran que el tipo de diseño de investigación más usado es el cuantitativo, con menor incidencia del cualitativo; ya que la tendencia predominante durante este periodo eran los estudios cuantitativos y los mixtos. El rendimiento académico, la motivación y la actitud fueron las variables más estudiadas y muchas veces aparecían unidas en un mismo artículo, dada su relación entre ellas. Otro aspecto que cabe destacar de este estudio, por lo que afecta a su implementación en el aula, es que las aplicaciones móviles y los materiales de papel que sirven de marcadores de estas aplicaciones han favorecido extraordinariamente la RA, que ha ocasionado que sea más accesible y fácil de implementar en la práctica docente.

En relación a la educación científica, Cheng & Tsai (2013) identificaron dos enfoques principales para usar la tecnología RA: RA basada en imágenes y RA basada en la ubicación. Estos enfoques se concretan en diferentes oportunidades para el aprendizaje de las Ciencias: la capacidad espacial, las habilidades prácticas y la comprensión de conceptos del alumnado se alcanzan con la RA basada en imágenes; y para las actividades científicas basadas en la investigación se utiliza la RA basada en la ubicación. El reconocimiento de etiquetas artificiales o gráficos naturales es la característica principal de la RA basada en imágenes. Y el

GPS o una red inalámbrica será la técnica de reconocimiento para registrar las posiciones de los usuarios y proporcionarles información en tiempo real en la RA basada en la ubicación. Se concluye que la combinación de tecnología RA basada en imágenes y la basada en la ubicación puede resultar muy positiva y fructífera para apoyar el aprendizaje de las Ciencias. De los estudios realizados se desprenden actitudes positivas del estudiantado hacia la RA (satisfacción, utilidad percibida, etc.) y mejora en los resultados del alumnado.

Otra área donde la RA puede ejercer un papel beneficioso es en el aprendizaje invertido, que se ha puesto de actualidad debido a las circunstancias del Covid-19, que ha obligado a adoptar esta metodología en los distintos niveles educativos. Chang & Hwang (2018) han elaborado una guía de aprendizaje basada en la tecnología RA para desarrollar un sistema de enseñanza invertido, que ha demostrado ser más eficiente en términos de mejora del aprendizaje que el método tradicional. Su incorporación al aula de Ciencias Naturales puede reportar efectos educativos importantes y es una alternativa a tener en cuenta cuando se está utilizando la metodología del aula invertida. Para contrastar la eficacia de este enfoque realizaron un experimento con 111 participantes de 5.º grado de Educación Primaria, cuyos resultados implicaron una mejora sustancial en la motivación de aprendizaje, tendencia al pensamiento crítico y autoeficacia grupal. La eficacia del aula invertida no es fruto solamente de la inversión de las actividades dentro y fuera de clase; sino también depende de la elección de unas estrategias de aprendizaje apropiadas, puesto que unas actividades adecuadamente diseñadas junto a unos acertados enfoques de gestión del aprendizaje son garantía de éxito en las aulas invertidas. En esta misma línea, autores como Hao & Lee (2016) destacan la necesidad de aplicar estrategias didácticas adecuadas y la necesidad de aplicar y utilizar los recursos necesarios para que la motivación de aprendizaje del alumnado esté presente en el aula invertida.

La RA aplicada a la inclusión educativa es otra de las facetas que no se ha explorado con toda su amplitud; ya que su aplicación como una tecnología educativa que tiene en cuenta las necesidades de todo el alumnado, incluido el que presenta algún tipo de discapacidad, podría resultar muy productiva. Es cierto que no siempre se tiene en cuenta a este

alumnado con necesidades educativas especiales, pero la posibilidad de adaptar las aplicaciones es real. Entre las ventajas señaladas en los estudios realizados aplicando la RA con población con discapacidad, se destaca de nuevo un aumento de la motivación, interacción y generación de interés por parte del alumnado. Hay que tener en cuenta, eso sí, que estos estudios presentan la limitación de que se han realizado con poca muestra (dos o tres, e incluso un único sujeto). Tampoco hay estudios con grupos talentosos o inmigrantes (Quintero et al., 2019).

Una de las herramientas interesantes que utiliza la RA y que puede ser introducida en el aula son los juegos móviles basados en la ubicación. El juego *Pokémon Go* popularizó este tipo de tecnología que, con un móvil con conexión a Internet y la descarga de una aplicación, llenó las ciudades del mundo de jóvenes adolescentes (y también adultos) a la caza de los Pokémon. Según Atwood-Blaine & Huffman (2017), la enseñanza de la Ciencia puede beneficiarse por la implementación de juegos digitales, ya que varios objetivos científicos pueden estar incorporados en su misma esencia. Así, los juegos destinados a ser utilizados en Ciencias deben proporcionar al alumnado que juega (algunos permiten conectarse entre ellos) la práctica de maneras de comportarse y pensar científicamente, es decir, utilizar habilidades científicas. Últimamente han proliferado los grupos innovadores creativos de juegos en contextos educativos. Se plantea un horizonte muy prometedor, dando por buenas las conclusiones de Hwang et al. (2016), que señalan que los resultados experimentales con juegos creativos de RA han conseguido modificar no solo las actitudes de aprendizaje del alumnado, sino también su rendimiento académico.

Para terminar, hay que tener en cuenta los muchos estudios de monitorización de estas innovaciones. Lim & Lim (2020), por ejemplo, se concentran en ese enfoque denominado “Aumento Generado por el Aprendiz”, consistente en que la exploración de las posibilidades del artefacto de RA la dirigen los propios estudiantes en lugar de los expertos, mostrando la gran ventaja de generar intervenciones de aprendizaje con RA centradas en el alumnado y, además, cambiar su papel de meros consumidores de contenido. En esta misma línea, Wen (2021) destaca en sus investigaciones una mayor participación en las actividades de

aprendizaje en contextos autogenerados por el estudiantado, y concluye que esta metodología ayuda a mantener el compromiso activo del alumnado, atenuando el efecto novedad del que tanto se habla cuando se incorpora una nueva TIC al aula.

## 6. CONCLUSIONES

El análisis de los estudios relativos a la Realidad Aumentada permite concluir el rendimiento educativo de este recurso, sin que esto esté reñido con la constatación de dificultades observadas, como es el caso paradigmático de la modesta competencia digital docente del profesorado. También queda patente que son necesarios más entornos digitales de aprendizaje o su optimización, aunque para el caso de Ciencias lo cierto es que son numerosas, según se ha tenido ocasión de explicar.

En relación al aula de Ciencias, se constata claramente que esta tecnología de RA es eficiente y son muchas las experiencias educativas llevadas a cabo con la misma. Las bondades vienen de la mano de facilitar la comprensión y adquisición de conceptos abstractos y fenómenos imposibles de presenciar en la realidad; pero también del aumento de la motivación y el cambio de actitudes. Añadiendo la constatación de estudios que han concluido el aumento del rendimiento académico de esta tecnología.

A partir de aquí, hay otras vías complementarias, como supone el enriquecimiento que también opera la RA en el denominado aprendizaje invertido. Este augura un futuro muy prometedor con el enfoque del “Aumento Generado por el Aprendiz” y los juegos y aplicaciones que se están investigando para ser aplicados próximamente en las aulas.

No obstante, también hay que destacar la insuficiencia de estudios sobre la RA en Educación Primaria y sobre todo a largo plazo, de tal manera que pueda descartarse la influencia del “efecto novedad” en la muestra sometida a estudio. Y lo mismo cabe decirse para el caso del alumnado dotado o con necesidades educativas especiales. Lo lógico es pensar que todo ello se irá corrigiendo, en un futuro que no se entiende sin la RA en las aulas de todos los niveles educativos.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D., & Perales, F. J. (2018). El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado: percepciones, experiencias y opiniones del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(3), 41-58. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2423>
- Akçayir, M., & Akçayir, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Alalwan, N., Cheng, L., Al-Samarraie, H., Yousef, R., Alzahrani, A. I., & Sarsam, S. M. (2020). Challenges and Prospects of Virtual School Teachers: A Developing Country Perspective. *Studies in Educational Evaluation*, 66, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100876>
- Alderete, M. V., Di Meglio, G., & Formichella, M. M. (2017). Acceso a las TIC y rendimiento académico: ¿una relación potenciada por su uso? Un análisis para España. *Revista de Educación*, 377, 54-81. <http://dx.doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-377-353>
- Álvarez, J. F., & Valls, C. (2019). Utilización de la contextualización mediante el uso de demostraciones experimentales para mejorar la percepción y la actitud hacia la Química de los futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(3), 73-88. <https://doi.org/10.5565rev/ensciencias.2674>
- Arici, F., Yildirim, P., Caliklar, S., & Yilmaz, R. M. (2019). Research trends in the use of augmented reality in science education: content and bibliometric mapping analysis. *Computers & Education*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647>
- Atwood-Blaine, D., & Huffman, D. (2017). Mobile Gaming and Student Interactions in a Science Center: The Future of Gaming in Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 45-65. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-017-9801-y>
- Aydin, M. (2021). Investigating pre-service science teachers' mobile augmented reality integration into worksheets. *Journal of Biological Education*, 55(3), 276-292. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1682639>
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Barroso, J. M., & Gallego, O. (2017). Producción de recursos de aprendizaje apoyados en Realidad Aumentada por parte de estudiantes de Magisterio. *Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 23-28. <http://doi.org/10.21071/edmetic.v6il.5806>

- Chang, S. C., & Hwang, G. J. (2018). Impacts of an augmented reality-based flipped learning guiding approach on students' scientific project performance and perceptions. *Computers & Education, 125*, 226-239. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.007>
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology, 22*, 449-462. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education, 68*, 586-596. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>
- Esteve, A. R., & Solbes, J. (2017). El desinterés de los estudiantes por las Ciencias y la Tecnología en el Bachillerato y los estudios universitarios. *Enseñanza de las Ciencias, extra*, 573- 578. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/334628>
- Forteza, A., de Casas, P., & Vizcaíno, A. (2020). El grado de alfabetización digital en el profesorado de inglés en Educación Primaria. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI), 14*, 76-90. <https://doi.org/10.46661/ijeri.4038>
- Garay, U., Tejada, E., & Castaño, C. (2017). Percepciones del alumnado hacia el aprendizaje mediante objetos educativos enriquecidos con realidad aumentada. *Revista de Educación Mediática y TIC, 6*(1), 145-164. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6il.5812>
- Garzón, J., & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on student's gains. *Educational Research Review, 27*, 244-260. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001>
- Hao, Y., & Lee, K. S. (2016). Teaching in flipped classrooms: Exploring pre-service teachers' concerns. *Computers in Human Behavior, 57*, 250-260. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.022>
- Hwang, G. J., Wu, P. H., Chen, C. C., & Tu, N. T. (2016). Effects of an augmented reality-based educational game on students' learning achievements and attitudes in real-world observations. *Interactive Learning Environments, 24*(8), 1895-1906.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education, 123*, 109-123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). "Making it real": exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality, 10*, 163-174. <https://doi.org/10.1007/s10055-006-0036-4>



- Lim, K. Y., & Lim, R. (2020). Semiotics, memory and augmented reality: History education with learner-generated augmentation. *British Journal of Educational Technology*, 51(3), 673-691. <https://doi.org/10.1111/bjet.12904>
- Moreno, N., & Leiva, J. (2017). Experiencias formativas de uso didáctico de la realidad aumentada con alumnado del grado de educación primaria en la Universidad de Málaga. *Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 81-104. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5809>
- Quintero, J., Baldiris, S., Rubira, R., Cerón, J., & Velez, G. (2019). Augmented reality in educational inclusion. A systematic review on the last decade. *Frontiers in psychology*, 10, 1835. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01835>
- Rivadulla, J. C., & Rodríguez, M. (2020). La incorporación de la Realidad Aumentada en las clases de Ciencias. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 25, 237-255. <http://doi.org/10.18172/con.3865>
- Sahin, D., & Yilmaz, R. M. (2020). The effect of Augmented Reality Technology on middle school students' achievements and attitudes towards science education. *Computers & Education*, 144. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103710>
- Tzima, S., Styliaras, G., & Bassounas, A. (2019). Augmented reality applications in education: Teacher's point of view. *Education Sciences*, 9(2), 99. <https://doi.org/10.3390/educsci9020099>
- Wei, X., Weng, D., Liu, Y., & Wang, Y. (2015). Teaching based on augmented reality for a technical creative design course. *Computers & Education*, 81, 221-234. <http://doi.org/10.1016/10.1016/j.compedu.2014.10.017>
- Wen, Y. (2021). Augmented reality enhanced cognitive engagement: designing classroom-based collaborative learning activities for young language learners. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 69, 843-860. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09893-z>

# “REALIDAD AUMENTADA, MÁS ALLÁ DE LA HISTORIA” UN PROYECTO DE APRENDIZAJE STEAM Y ABP PARA MEJORAR COMPETENCIAS TRANSVERSALES

---

SILVIA HUSTED RAMOS

*Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*

GLORIA OLIVIA RODRÍGUEZ GARAY

*Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*

MARTHA PATRICIA ÁLVAREZ CHÁVEZ

*Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*

## 1. INTRODUCCIÓN

Ha habido una tendencia histórica en el sistema educativo de separar las artes de las ciencias, sin embargo, en un mundo cada vez más permeado por la tecnología, estas divisiones entre disciplinas han empezado a desdibujarse. Esto ha propiciado la creación de nuevos programas educativos que se construyen a partir de la unión de disciplinas antes separadas. Este es el caso de la licenciatura en Diseño Digital de Medios interactivos, cuyo campo de conocimiento abarca la ciencia, la tecnología, las matemáticas, la ingeniería y las artes, y donde uno de los retos más importantes es generar estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación desde una perspectiva integradora.

Es así como la integración de las disciplinas STEAM Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, como marco para la enseñanza-aprendizaje, ha despertado interés en el nivel universitario. Su implementación a través de proyectos de largo alcance, ya sean escolarizados o no escolarizados, se puede lograr la transversalidad de los conocimientos que, en este tipo de programas, puede adoptar múltiples formas:

teoría, procesos, técnicas, procedimientos, arte, matizados de intenciones y actitudes.

Estamos completando el primer cuarto del siglo XXI, y se siguen generando expectativas acerca de la inserción de los jóvenes a un campo laboral futuro, inexorable e incierto. El desarrollo tecnológico mantiene en constante transformación el contexto laboral, por lo que nos encontramos ante una creciente demanda de profesiones STEAM (aquellas que integran los campos de la ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas), sobre la base de una serie de competencias transversales.

Ante este contexto, cada vez más dinámico y cambiante, la demanda de habilidades y competencias transversales ha experimentado un notable incremento. Calero y Rodríguez-López (2020, p.2) señalan que la globalización y los cambios tecnológicos han transformado las necesidades de los empleadores, que ahora están buscando candidatos con competencias transversales o habilidades blandas demostradas (adaptabilidad, liderazgo, trabajo en equipo, comunicación clara en diferentes idiomas, etc.”. Esto quiere decir que las competencias transversales, se han convertido en una herramienta clave para el desarrollo de una carrera profesional exitosa y sostenible, tendencia que refleja la necesidad de recurso humano que pueda adaptarse a entornos laborales y sociales en constante evolución, donde los conocimientos técnicos y especializados ya no son suficientes para enfrentar los desafíos actuales. En este sentido, Calero y Rodríguez-López (2020); Fung (2017); Rychen (2016) coinciden en la idea de que los programas de estudios universitarios deberían propiciar la conexión entre aprendizaje, áreas de conocimiento, competencias y habilidades necesarias para la vida profesional y privada, y proveer estrategias que además permita a los futuros profesionistas, convertirse en aprendices de por vida.

Para este propósito, los enfoques pedagógicos como el aprendizaje experiencial y colaborativo integrando las disciplinas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) y el Aprendizaje basado en proyectos (ABP), pueden ser especialmente efectivos para fomentar la conexión entre el aprendizaje, áreas de conocimiento y competencias transversales. Estas metodologías involucran a los estudiantes en

actividades prácticas, les permiten enfrentar desafíos reales y promueven la adquisición de habilidades transferibles.

Esta comunicación muestra una experiencia académica, no escolarizada, diseñada para fortalecer las competencias transversales de un grupo de estudiantes universitarios. El ambiente de aprendizaje fue diseñado con la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) que se extrae del Modelo de Entornos de Aprendizaje Constructivista (EAC) de David H. Jonassen y el Modelo integrador: Educación STEAM de Georgette Yakman (2006). Como proyecto, los y las estudiantes participantes han creado una intervención de Realidad Aumentada para el Museo de Historia de la Revolución en la Frontera (MUREF) cuyo propósito es acercar a públicos más jóvenes y diversos a la historia de la región.

### 1.1. APRENDIZAJE STEAM EN EL DISEÑO DIGITAL

El acelerado avance que nos imprime el uso de la tecnología digital en diversas prácticas del ser humano, y particularmente en la educación, nos lleva a plantear estrategias de enseñanza-aprendizaje en el campo de las disciplinas del diseño. En donde el ejercicio interdisciplinar abona tanto a la enseñanza guiada como al aprendizaje autogestivo, sustentado en las disciplinas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas -proveniente del acrónimo inglés de Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics).

Como aluden Husted *et al.* (2020, p. 63) “En la práctica del Diseño cuando se integra tecnología se fusiona conocimiento que proviene de diversas áreas, además de involucrar la tecnología como herramienta, como proceso y como contenido.” En ello el diseño digital de medios interactivos es un campo fértil para plantear actividades proyectuales curriculares y extracurriculares, contraponiéndose a la referencia de ambigüedades y limitaciones del STEM (y sus derivados) que señalan Bogdan y García-Carmona (2021), pues se ha demostrado eficacia en la enseñanza, aprendizaje y evaluación en diversas experiencias educativas como bien refieren Palacios *et al.* (2022)

Ante este reto que se plantea, nace una visión integradora de la enseñanza de las ciencias denominada STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), que intenta propiciar aprendizajes contextualizados y basados en el desarrollo de competencias clave, intentando tener, de ese modo, gran calado entre el alumnado. (p. 12)

Además, que “el personal docente debe proporcionar contenidos adecuados, reforzando el conocimiento sensorial, la creatividad, la experimentación, y la resolución de problemas.” (Fuertes y Fernández, 2023, p. 2) que manifiestan el contexto de aplicación y generación de conocimiento en el que se circunscriben los polos de la enseñanza-aprendizaje, como lo son el docente y el discente. Es así, que la propuesta del STEAM promueve la acción del educando y exhibe el interés por el desarrollo de fuertes habilidades de comunicación, pensamiento crítico, creatividad y cooperación (Kocaman y Ocak, 2020) bajo el intercambio interdisciplinar entre elementos constitutivos propios de cada disciplina que entra en juego; es decir, una orientación que privilegia a las ciencias y a las tecnologías [y en este caso incluye a las artes] de manera integral aplicadas al mundo real (Zamorano Escalona *et al.*, 2018, p. 3)

Por mucho tiempo las diferentes disciplinas del Diseño se han concebido como entidades separadas, sin embargo, en la vida real estas disciplinas y muchas otras se encuentran interconectadas en una gran red de conocimiento científico, tecnologías, procesos, herramientas y aplicaciones. (Husted *et al.*, 2020, pp. 93-94)

Privativamente, el conocimiento adquirido en los estudios universitarios en el diseño digital de medios interactivos (una disciplina que combina conocimientos del diseño gráfico, de la ingeniería de sistemas, la comunicación y el arte) contribuye a la posibilidad del desarrollo de proyectos que potencian habilidades de creación, innovación, planificación, comunicación, creación de contenidos basados en el diseño gráfico y la programación; puesto que facilita elaborar productos creativos en diseño digital, diseño web, desarrollo de videojuegos, aplicaciones para móviles, animaciones 2D y 3D, y se extiende a la Realidad Aumentada, la Realidad Virtual, la Realidad Virtual Inmersiva e Interactiva y/o bajo modelos tecnológicos mixtos.

Considerando, junto con Betancourt (2019, p. 73), que “El diseño digital es cambiante y para los diseñadores, la eficiencia puede estar

influenciada por las diferentes técnicas utilizadas para desarrollar e implementar el diseño.” La educación STEAM es una oportunidad para la creatividad y la exploración del conocimiento, el impulso de estrategias efectivas que faciliten alcanzar metas específicas en el aprendizaje colaborativo. Mejorando, a su vez, las competencias transversales al efectuar el proceso y contenido del diseño digital, debido a que la evolución de las sociedades del Siglo XXI exige el fomento de competencias científico-tecnológico en niños y jóvenes (Sastre-Merino *et al.*, 2021).

### 1.1.1. STEAM y Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

Para la aplicación de una educación STEAM, como natural estrategia de aprendizaje interdisciplinar, se requieren modelos de aprendizaje de carácter colaborativo y experiencial para resolver casos o problemas reales. Es aquí donde tiene espacio el aprendizaje basado en proyectos (ABP) que está centrado en el estudiante; entendido como una metodología o, a veces, como estrategia didáctica (Zepeda, 2019), un método interactivo (Moral y de la Menta, 2014), metodología activa (Gómez, 2021), práctica estudiantil (de Torres *et al.*, 2021), para García *et al.* (2022) implica

El ABPy es una metodología de aprendizaje activo que ayuda a los estudiantes a prepararse para la vida laboral mediante la resolución de situaciones, retos o problemas en los que se simulan las condiciones de trabajo reales o, en su caso, se pueden usar casos (proyectos) reales de empresas, para que la inmersión del alumnado sea total. (p. 8)

Martínez (2018, p. 3), recuperando a Barriga y Hernández (2010), reseña las características de la estrategia de proyectos:

- Es una estrategia dirigida (el profesor es el mediador y animador de la experiencia, pero no lo decide todo: el alumno participa activa y propositivamente).
- Se orienta a una producción concreta (en el sentido amplio: experiencia científica, creación artística, periódico, espectáculo, producción manual, entre otras).
- Induce un conjunto de tareas en las y los alumnos, para que puedan participar y desempeñar un rol activo.

- Suscita el aprendizaje de saberes y de procedimientos de gestión del proyecto, así como de las habilidades para el trabajo colaborativo.
- Promueve explícitamente aprendizajes identificables en el currículo que figuran en el programa de una o más disciplinas (transversalidad).

“Las nuevas tecnologías fomentan la producción (y no solo reproducción de conocimiento), facilitando escenarios para que el alumnado aprenda haciendo” (Gómez, 2021, p. 40). De esta manera, la interdisciplinariedad de saberes crea sinergias en el contexto de un espacio tecnológico para la realización de proyectos digitales, pues los estudiantes requieren adquirir conceptos de su disciplina, alta destreza en ella, habilidades, actitudes y aptitudes (Rodríguez-Sandoval *et al.*, 2010)

Es evidente que la solución de problemas en un ambiente interdisciplinar puede conducir a los alumnos más allá de un aprendizaje teórico y les da la oportunidad de aplicar sus conocimientos haciendo uso de todas las habilidades adquiridas durante su estancia académica.” (Husted *et al.*, 2020, p. 93)

Así, también, se considera la situación emocional que como seres humanos manifestamos ante ciertos retos; la metodología del aprendizaje basado en proyectos ayuda a reducir las inseguridades de los estudiantes, es decir, trabaja con la inteligencia emocional de los alumnos (Mendoza *et al.*, 2020, p. 231)

Bajo estas características y especificidades el ABP apoya la educación STEAM consiguiendo un aprendizaje significativo para los participantes.

## 1.2. LA REALIDAD AUMENTADA EN LA LABOR MUSEÍSTICA

La Realidad Aumentada (*augmented reality*), considerada como una tecnología emergente, tiene su trascendencia en la propuesta de Videla *et al.* (2017) quien al recobrar a Azuma (1997) la refiere como “aquella tecnología que enriquece la percepción sensorial que el usuario tiene del mundo real, con una capa de información contextual generada por ordenador”; Cabero-Almenara *et al.* (2022) afirman

De forma sintética, podemos decir que la realidad aumentada es la combinación de información digital e información física en tiempo real a través de diferentes dispositivos tecnológicos; es decir, consiste en utilizar un conjunto de dispositivos tecnológicos que añaden información virtual a la información física; (pp. 10-11)

Asimismo, “esta es una de las tecnologías emergentes de mayor interés en los últimos tiempos en el campo educativo” (Hurtado-Mazeyra *et al.*, 2023, p. 3), que ha entrado en proceso de consolidación (Cabero Almenara y Puentes, 2020) y en esencia es un entorno audiovisual diseñado y construido informáticamente, bajo los principios de la comunicación y el diseño digital.

Por otro lado, en el ámbito del museo las exposiciones constituyen formas educativas y de entretenimiento para conectar con un público ávido de conocimientos. Aranzazu-López *et al.* (2018, p. 75) valoran la relación actual de las concepciones de narrativas, interacción y museografía, que podemos asumir como respuestas al momento tecnológico digital que vivimos y a la comunicación interactiva de la que somos objeto. Sumado a lo que legitiman Gayà y Rizo (2022, p. 3) con respecto a los imaginarios narrativos que los museos proponen en sus discursos: “El ser humano, como ser fundamentalmente simbólico, antes incluso que racional, se construye individual y socialmente a través de procesos comunicativos”, siendo la narrativa del museo la mediación comunicativa entre visitante y exposición de contenidos.

La aplicación de tecnologías emergentes, y propiamente la Realidad Aumentada, aportan posibilidades de mejora a la narrativa del museo para su entendimiento y disfrute. Además, que estimula experiencias atrayentes para un público de diversas edades; lo que “demanda desarrollar habilidades distintas y una mayor adaptabilidad.” (Museo Histórico Nacional, 2021, p. 14).

“El futuro de la narración está en abrir la puerta a múltiples opciones, si bien esta apertura no implica que las comunidades nuevas y diversas se sientan automáticamente bienvenidas al museo.” (EVE Museos e Innovación, 2020, párr. 3), nos sumamos a Beltrán *et al.* (2019) quienes exponen la necesidad de que los visitantes y el museo deben tener una relación a través de la mediación de diversos diálogos que fomenten el interés en participar e interactuar en las exhibiciones.



El concepto de la interacción con los objetos del museo, con su narrativa y sus contenidos atienden a esa urgencia de utilizar la Realidad Aumentada como una experiencia de diálogo interactivo museístico. De tal manera que la narrativa interactiva es una apuesta para el desarrollo de la narrativa museística tradicional.

## 1.2. LAS COMPETENCIAS TRANSVERSALES UN APRENDIZAJE PARA TODA LA VIDA.

No existe consenso a la hora de referirse a las competencias transversales ya sea en el discurso público o en la literatura especializada. De acuerdo con Rychen (2016) se pueden encontrar términos imprecisos o intercambiables para referir al conjunto de capacidades que trascienden las áreas específicas de conocimiento, menciona que pueden ser denominadas habilidades blandas, habilidades genéricas, competencias del siglo XXI, habilidades socioemocionales entre otras.

Una de las definiciones más aceptadas es la que propone la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2018) la cual define **Competencias Transversales** como aquellas que ponen en movimiento conocimientos, habilidades, actitudes y valores en función de demandas complejas. En un entorno laboral, por ejemplo, los profesionistas, conviven con otras personas, abordan situaciones ambiguas, enfrentan retos multidisciplinarios, toman decisiones, resuelven problemas y se adaptan rápidamente a los cambios. Como podemos ver, estas competencias también se hacen evidentes en todos los aspectos de la vida.

Ante la pregunta ¿Habilidades o competencias? Rychen y Salganik (2000) señalan que las competencias transversales requieren de habilidades complejas, multifuncionales y multidimensionales,

- Las habilidades multifuncionales permiten resolver problemas en diferente contexto.
- Las habilidades multidimensionales permiten establecer analogías entre situaciones, aplicar el discernimiento, tomar decisiones, y desarrollar una orientación social escuchando y comprendiendo a las demás personas.

Las competencias transversales en la medida en que se cultivan pueden convertirse en herramientas poderosas para afrontar todo tipo de demandas, por lo que pueden ir evolucionando y mejorando de acuerdo con el tiempo y ser más efectivas en escalas de complejidad al sumarles la experiencia y las habilidades técnicas. Romero, Bedón y Franco (2022) hacen una diferenciación entre habilidades técnicas y competencias transversales:

Las habilidades técnicas: se centran en el conocimientos y destrezas específicas de un campo determinado.

Las competencias transversales: son transferibles, adquiridas a lo largo de la vida, con aplicación en diferentes entornos, profesiones y situaciones personales, complementan y potencian el conocimiento técnico y permiten a las personas desenvolverse de manera efectiva en contextos cambiantes.

Estos autores señalan que, si bien las competencias transversales no están directamente relacionadas con el conocimiento técnico, son necesarias para aplicar las habilidades técnicas y poder trasladarlas a otros contextos.

Un profesionalista al ser contratado, se espera que tenga los elementos suficientes para desempeñar una actividad específica, se evalúa a partir de habilidades técnicas que puedan acreditarse al momento de la contratación. Sin embargo, Valenzuela (2021) señala que cuando a los empleadores se les pregunta que esperan de un egresado de una institución de educación superior, enlistan en primer lugar, una serie de competencias transversales, que, a diferencia de las competencias técnicas, solo se hacen visibles durante el desempeño. Esto significa que son la base de la eficiencia, y solo se pueden acreditar en acción.

Este autor identifica 12 competencias transversales necesarias para el campo laboral:

1. Resolver problemas
2. Utilizar tecnologías de la información y de las comunicaciones
3. Gestionar información

4. Desarrollar el pensamiento crítico
5. Interactuar en ambientes multiculturales
6. Comunicar
7. Ejercer principios morales
8. Desarrollar un plan de vida personal

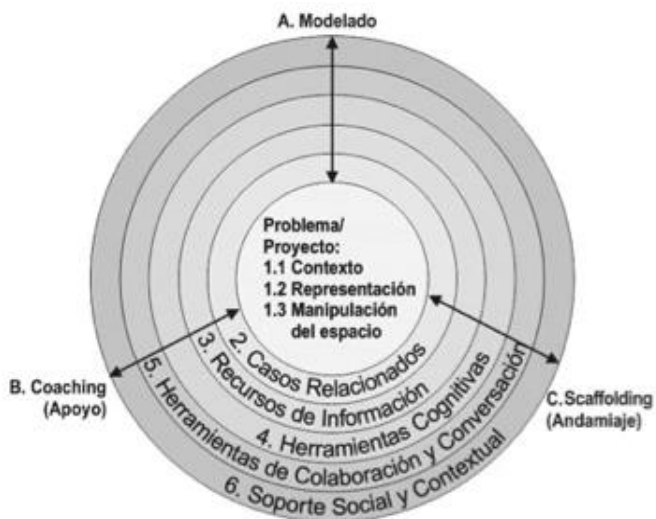
Las Competencias Transversales que se atenderán (Husted et, al, (2020)

- Transferencia: síntesis del aprendizaje, investigación, descubrimiento y su aplicación en contextos diferenciados.
- Autonomía: responsabilidad personal, gestión del tiempo y recursos, aprendizaje de nuevo conocimiento, establecimiento de metas, autorregulación del trabajo.
- Comunicación: oral, escrita, de interacción efectiva con otros de forma presencial, y a través de herramientas telemáticas y capacidad de escucha.
- Trabajo en equipo: realizar trabajo técnico en equipo de forma colaborativa o cooperativa, y resolver conflictos de forma grupal.
- Resolución de problemas: solución de problemas y conflictos de trabajo de forma eficaz, llegar a la meta depende de que se trabaje de forma colaborativa. Aristizábal y Dieste (2015).

### 1.3. APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABP) COMO ESTRATEGIA PARA EL APRENDIZAJE AUTÓNOMO.

La estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) forma parte del modelo Entornos de Aprendizaje Constructivista (EAC) de (Jonassen, 2000). Esteban (2000) señala que el modelo puede aplicarse partiendo de uno de estos cuatro enfoques como núcleo del entorno: 1) Un problema, 2) Una pregunta o tema, 3) Ejemplos o 4) Un proyecto. Cualquiera que sea la técnica que se elija deberá apegarse a los supuestos de aprendizaje activo, constructivista y real. El modelo se estructura en seis elementos y tres puntos de apoyo, ver Figura 2:

**FIGURA 2.** El Modelo para el diseño de Entornos de Aprendizaje Constructivista (EAC): Aprendizaje basado en proyectos (Jonassen, 2000). (Recurso: Husted et al., 2020).



Para fines de este estudio se utiliza la técnica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Esta técnica puede aplicarse en proyectos de largo alcance, escolarizados o no escolarizados, que integren contenidos compuestos, con una meta claramente definida, donde los alumnos puedan investigar, debatir ideas, planificar, establecer resultados, resolver problemas, y controlar de forma autónoma su propio proceso de aprender (Husted et al., 2020).

Para que exista la actividad se debe determinar:

### 1.3.1. El Proyecto

Generado por el profesor o por los mismos estudiantes, debe incluir:

- a) *Contexto del problema:* el contexto es la parte esencial del problema.
- b) *Representación del Problema, Ejemplo o Simulación:* el problema debe ser interesante, atrayente, para capturar el interés del estudiante, por lo tanto, deben manipular algo (construir un producto, manipular parámetros, tomar decisiones), afectar el ambiente en algún modo.

- c) *Espacio de la manipulación del problema*: la actividad es un componente crítico del aprendizaje significativo. Por lo tanto, el espacio de la manipulación del problema dependerá como se estructuren las actividades en EAC, pero deberá proveer una simulación física del ambiente en el mundo real de la tarea.

### 1.3.2. Casos Relacionados

Proveer acceso a un sistema de experiencias relacionadas (casos) como referencia para los estudiantes novatos. El entendimiento de los problemas requiere la experiencia que la mayoría de los estudiantes novatos no tienen.

### 1.3.3. Recursos de Información

Los estudiantes interesados en problemas de investigación necesitan información que les permita construir sus modelos mentales y formular hipótesis que dirijan el manejo del espacio del problema.

### 1.3.4. Herramientas Cognitivas

Al otorgar complejidad, novedad y tareas auténticas, el estudiante necesitará apoyo en su realización. Es importante, por tanto, proveerle de herramientas cognitivas que le permitan establecer los andamios o relaciones necesarias en la realización de estas, pueden ser (herramientas de visualización, herramientas estáticas para la representación del conocimiento, modelado de las herramientas, modelos constructivos, los instrumentos de apoyo de funcionamiento, herramientas para recolectar la información).

### 1.3.5. Herramientas de Conversación y Colaboración

El EAC, puede fomentar y apoyar a comunidades de estudiantes o comunidades que construyen conocimientos a través de la comunicación mediada por computadora que apoyan la colaboración y la comunicación.

### 1.3.5. El Apoyo Social y del Contexto

Adecuar los factores ambientales y del contexto que afectan satisfactoriamente la puesta en práctica del EAC. Para el aprendizaje en el EAC son necesarios los apoyos instruccionales, tales como:

- a. *El modelado* existe en dos formas: modelar el comportamiento de manera abierta y modelar los procesos cognitivos de manera encubierta.
- b. *El entrenamiento* (Couching) es un proceso motivacional para el estudiante, analizando su funcionamiento, y otorgando retroalimentación en el mismo, ayudándole a desarrollar habilidades clave (motivación, provocación, interés).
- c. *El andamiaje* (Scaffolding) es un sistema para apoyar a los participantes (Zona de desarrollo próximo, reestructuración de la tarea y proveer evaluaciones alternativas)

La técnica cuenta con los elementos necesarios para fortalecer las competencias transversales y permite su aplicación en entornos de aprendizaje basados en las disciplinas STEAM.

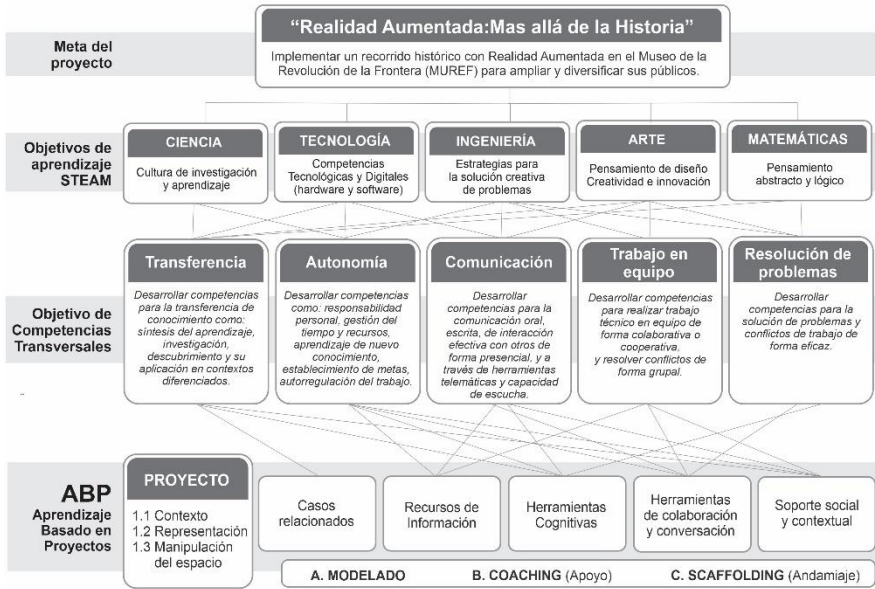
## 2. OBJETIVOS

El objetivo de esta investigación se centra en los participantes del proyecto “Realidad Aumentada: Más allá de la Historia” se busca que fortalezcan las Competencias Transversales a través de la Meta del proyecto: Implementar un recorrido con Realidad Aumentada en el Museo de Revolución de la Frontera (MUREF) para ampliar y diversificar sus públicos.

Los objetivos específicos se centraron en alinear los dos enfoques educativos al entorno de aprendizaje. 1) El Marco de educación integrativa STEAM propuesto por Georgette Yakman en 2006. 2) el Marco para el aprendizaje basado en proyectos (ABP) de David Jonassen (2000) para fomentar el aprendizaje autónomo.

El diseño de ambiente de aprendizaje se estructuró en cuatro niveles de objetivos los cuales se muestran en la Figura 3.

**FIGURA 3. Objetivos del Proyecto STEAM-ABP y Competencias Transversales**



(Recurso: Elaboración propia)

### 3. METODOLOGÍA

Se realiza un estudio cuantitativo de alcance descriptivo, se obtuvieron datos a través de tres instrumentos de autoevaluación. 1) Autoevaluación y Evaluación de Pares, 2 Evaluación con pares de Equipo en proyectos de largo alcance. 3) Autoevaluación de Competencias Transversales a través de los elementos del ABP. Los cuestionarios recogen la percepción de los estudiantes participantes en el ambiente de aprendizaje a través de una clasificación de criterios para conocer los siguientes aspectos:

**TABLA 1: Formas de Evaluación**

Tipo de evaluación	Evalúa	Escala
Rubrica 1: Autoevaluación y Evaluación de Pares:	Esfuerzo individual en equipos y Aprendizaje cooperativo	9 niveles de rendimiento con base en esfuerzo y compromiso.
Rubrica 2: Evaluación con pares de Equipo en proyectos de largo alcance.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Demostrar habilidad para elaborar un Proceso de Verificación del Equipo.</li> <li>2. Demostrar habilidad para elaborar, monitorear y mejorar su desempeño dentro del equipo.</li> <li>3. Resolución de conflictos y trabajo en equipo: Descubrir cualquier problema de dinámica dentro del equipo.</li> </ol>	Escala de Likert Valores del 1 al 5, donde: 1= En total desacuerdo y 5= Totalmente de acuerdo.
Rubrica 3: Autoevaluación de Competencias Transversales a través de los elementos del ABP.	Herramientas de conversación y colaboración. (7 rubros) Modelización Resolución de problemas (4r) Representación del problema (4r) Contexto del problema (5r) Ejemplos relacionados (5r) Fuentes de información (5r) Transferencia de conocimiento (7r) Herramientas cognitivas y tecnológicas (7r) Coaching: Titular del grupo (8r) Scaffolding: Coordinador general del grupo (8r)	Escala de Likert Valores del 1 al 5, donde: 1= En total desacuerdo y 5= Totalmente de acuerdo.

Recurso: Formatos adaptados de Kaufman, Felder y Fuller (2000).

#### 4. DISEÑO DEL AMBIENTE DE APRENDIZAJE

El proyecto se enfoca en El Museo de la Revolución de la Frontera, se encuentra ubicado en el Centro Histórico de Ciudad Juárez Chihuahua, el museo es principalmente visitado por adultos mayores, para acercar la historia a personas jóvenes ofrece visitas guiadas para estudiantes de nivel primaria y secundaria. El objetivo principal es incrementar el interés por la historia y ampliar y diversificar la visita al museo mediante la implementación de Realidad Aumentada.



**TABLA 2:** Características del proyecto

<b>Nombre del Proyecto</b>	<b>Realidad Aumentada: Más allá de la Historia</b>
Duración	Un año (dos periodos lectivos)
Inicio del proyecto	31 de mayo de 2022.
Fin del proyecto	el 26 de mayo de 2023.
Contexto de Desarrollo	DigitLab-Media.
Contexto de Aplicación	Museo de la Revolución de la Frontera MUREF
Número de participantes	20 estudiantes

Recurso: Elaboración propia.

#### 4.1. PARTICIPANTES

Se conformó un equipo de trabajo multidisciplinar para cubrir los perfiles necesarios para las áreas del proyecto:

- *Alumnos*: de Diseño Digital de Medios interactivos y Artes visuales.
- *Profesor facilitador y guía (Coaching)*: Un alumno elegido por sus compañeros con base en su capacidad de liderazgo.
- *Profesor facilitador soporte (Scaffolding)*: profesor con experiencia en las tres áreas definidas para el proyecto.

#### 4.2. ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

Se simuló una empresa de diseño y desarrollo tecnológico dentro del Digitlab-Media, laboratorio de Investigación. Para iniciar, se crearon áreas de trabajo, se repartieron nombramientos y asignaciones entre los participantes, se les entregó el proyecto, el espacio (contexto físico), las herramientas, la motivación, y la facultad de autoorganizarse, autodirigirse y autorregularse.

*Coaching*: Se nombró entre los estudiantes participantes a un director Creativo, este estudiante apoyó con la administración y organización del grupo además de participar en todas sus áreas.

**TABLA 3.** Áreas de trabajo, directores y recurso humano:

<b>Puesto</b>	<b>Actividad del Área</b>	<b>Recurso humano</b>
Dirección de Programación	La APP/Escáner de Realidad Aumentada, se concentrará el trabajo colectivo.	contó con seis programadores.
Dirección de Concepto y Arte	El arte y estilo del modelado	contó con seis ilustradores.
Dirección de Modelado y Animación	Las piezas 3D y animación que contiene el proyecto, además de la animación 2D para promocionales.	contó con seis modeladores

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3. PROCESO DE DISEÑO Y DESARROLLO

El proceso de diseño y desarrollo se llevó a cabo en dos etapas, cada una de ellas en un período lectivo, las fases se distribuyeron de la siguiente manera:

**TABLA 4.** Proceso de diseño y desarrollo:

<b>Etapa 1</b>	Fase 1: Gestión Fase 2: Conceptualización Fase 3: Elaboración: subprocesos de arte, modelado y programación (primera parte)
<b>Etapa 2</b>	Fase 4: Elaboración: subprocesos de arte, modelado y animación y programación (Segunda parte) Fase 5: Evaluación Interna Fase 6: Implementación y validación de la propuesta en MUREF Fase 7: Evaluación externa y corrección

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. ALINEACIÓN DE DISCIPLINAS STEAM

El proyecto se plantea como una dualidad que integra elementos del sistema y las características del multimedia donde convergen las disciplinas STEAM.

TABLA # Disciplinas STEAM y las Competencias transversales

<b>Ciencia</b>	Conceptos del modelado en 3D e historia de Ciudad Juárez y patrimonio cultural. Competencia: Actitud de investigación, exploración y descubrimiento.
<b>Tecnología</b>	Técnicas y herramientas digitales (hardware y software), herramientas de comunicación, cognitivas, de colaboración. Habilidad: tecnológica, de comunicación y colaboración.
<b>Ingeniería</b>	Computación, técnicas, procesos, programación, construcción. Competencia: pensamiento de diseño, pensamiento abstracto, Solución de problemas.
<b>Arte</b>	Conocimiento visual, Sensibilidad espacial, fotográfica y manual (bocetaje, dibujo). Competencia: creatividad y comunicación visual.
<b>Matemáticas</b>	Geometría, el cálculo, la escala. Competencia: razonamiento y solución de problemas.

#### 4.5. DISPOSICIÓN PARA LAS COMPETENCIAS TRANSVERSALES

*Transferencia:* Se propició la puesta en común del conocimiento adquirido en diversas materias para el cumplimiento de la Meta del proyecto, con la finalidad de mejorar técnicas, experimentar y aplicar procedimientos nuevos con la finalidad de mejorar sus propias técnicas.

*Autonomía:* Se les dio el problema, a resolver, el espacio, las herramientas, y tiempos de entrega con la finalidad de que adquirieran habilidades metacognitivas como: autocontrol personal, autorregulación del trabajo y el tiempo, y autogestión del conocimiento.

*Comunicación:* Se propiciaron diversas formas de comunicación. Escrita: cada participante debía realizar una bitácora diaria de avances por escrito a través de la plataforma digital del proyecto; Visual: Debían subir avances en la plataforma para la interacción del diseño e imágenes para el registro de evidencias y compartir a través de las redes de comunicación; Oral: Se propició la comunicación oral desde las sesiones de trabajo, discusiones administrativas, comunicación del proyecto en los diversos escenarios de exposición y evaluación.

*Trabajo en equipo:* Todo el proceso del proyecto se realizó en colaboración de los pares, guía y facilitador del curso ya que el propósito era un resultado integral para lo que tenían que trabajar en las diferentes

áreas, la intención fue que todos aprendieran de la práctica a través del ensayo y error.

*Resolución de problemas:* solución de problemas y conflictos de trabajo de forma eficaz, llegar a la meta depende de que se trabaje de forma colaborativa.

#### 4.6. ADECUACIÓN DEL ABP

*Representación del proyecto:* Se realizaron cuatro visitas de trabajo al MUREF

- Para reconocimiento del espacio, conocer la narrativa museográfica del MUREF y tomar un taller de inclusión y promotoría cultural.
- Para hacer un recorrido por cada una de las salas, realizar un registro fotográfico y seleccionar piezas para modelado.
- Para calibrar los targets en relación con los modelos para su visualización y realizar una prueba con el prototipo de la App para hacer actualización.
- Para montar los targets en las vitrinas y espacios, hacer una prueba de la App para hacer una actualización.

*Manipulación del espacio:* El Proyecto se llevó a cabo en dos espacios:

- *El Digitlab-Media:* espacio de investigación de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, que dirige el Cuerpo académico UACJ-CA-114, donde tuvieron libertad para usar las herramientas tecnológicas y desenvolverse en el espacio sin restricciones de ningún tipo.
- *Museo de la Revolución de la Frontera:* El proyecto se implementó en el MUREF, donde se les permitió trabajar con libertad.

**FIGURA 4.** Toma de decisiones en el DigitLAB-Media y Actividad de inclusión en el MUREF



Recurso elaboración propia

*Casos relacionados:* Los estudiantes tuvieron acceso a la red universitaria, Un Grupo en TEAMS de Microsoft para la organización de contenidos, un repositorio para guardar contenidos, se les permitió observar las diferentes formas de representación 3D, tecnologías utilizadas y su aplicación, además de formas para homologar las tecnologías para su aplicación en el motor de juegos Unity donde se integró el proyecto completo para la creación de la App.

*Herramientas:* Estas se dividieron en tecnológicas, cognitivas y de colaboración y comunicación:

- Tecnológicas: Computadoras, televisión, proyectores y pantallas, tablets y Oculus Go, Cámaras de video, y equipo adicional como Trípodes.
- Cognitivas: Software de productividad: Office, Blender, Unity (software libre) 3D Max, Paquete adobe (de patente), Audition, Illustrator, Photoshop, entre otros.
- De colaboración y comunicación: Repositorio digital institucional (nube); Facebook, WhatsApp.

*Soporte Social y contextual:* Este se conformó en los siguientes grupos:

- *El alumno guía (Coaching)*: estuvo durante todo el proyecto para apoyar las cuestiones técnicas y tecnológicas del proyecto.
- *El profesor facilitador (Scaffolding)*: estuvieron de forma intermitente durante el proyecto.
- *Los profesores investigadores (UACJ-CA-114)*: participaron en sesiones para recoger datos en diferentes momentos y temas.
- *Autoridades universitarias*: participaron en la Inauguración y recorrido con Realidad Aumentada.
- *La comunidad*: Los asistentes a la inauguración (Autoridades de institucionales, Autoridades Académicas, Proveedores, Prensa, Escuelas) de RA: Mas allá de la Historia, quienes hicieron el recorrido RA

**FIGURA 5.** Promocionales del evento e Inauguración del Recorrido.



Recurso elaboración propia

#### 4.7. Producto final

Recorrido con Realidad Aumentada en el Museo de la Revolución de la Frontera. Con respecto al producto final “Realidad Aumentada: Más allá de la historia” en el Museo de la Revolución de la Frontera, se diseñó para fomentar la cultura e Historia de México en públicos más diversos y jóvenes.

## 4.8. DESARROLLO ALCANZADO EN LAS ETAPAS DEL PROYECTO:

### 4.8.1. Etapa 1 GESTIÓN

Se inició con la gestión y capacitación del recurso humano, esto se realizó con la colaboración del programa de Licenciatura en Diseño Digital de Medios Interactivos (DDMI) y el Patronato Amigos del MUREF, La dirección del MUREF, el Cuerpo Académico UACJ-CA-114 y el Centro de Estudios para Invidentes, A.C. (CEIAC).

Las actividades fueron las siguientes:

- La licenciatura de DDMI apoyó el proyecto a través de las asignaturas de Prácticas Profesionales I y II.
- El Patronato Amigos del MUREF gestionó ante la UACJ un Servicio Social a través del cual se incorporaron alumnos de las licenciaturas Artes Visuales y Diseño Digital de Medios interactivos.
- Por parte del MUREF, se capacitó al grupo de participantes como Promotores Culturales, y se les impartieron talleres de inclusión.
- Por parte del Cuerpo Académico UACJ-CA 114, se capacitó al grupo para la administración y documentación del proceso de diseño, para fines de la investigación.
- Se gestionó ante los directivos del MUREF los contenidos multimedia y el Guion curatorial del Museo.

Dentro de la etapa de Gestión se realizaron cuatro visitas al Museo de la Revolución en la Frontera (MUREF):

**FIGURA 6.** Visita al MUREF para recorrer salas y Visita al Technology HUB para taller de Design Thinking



Recurso elaboración propia

1. La primera visita al museo fue realizada por el grupo de estudiantes participantes y los miembros del Cuerpo Académico UACJ-CA-114. La coordinación del Patronato Amigos del MUREF y la Dirección del MUREF, a través de sus promotores, otorgaron un recorrido a todo el grupo como “Capacitación para Promotores Culturales”. Consistió en el seguimiento al guion curatorial del MUREF, la revisión de los contenidos de cada sala, la secuencia histórica entre salas y las piezas que las conforman, además de los recursos multimedia y tecnológicos con que se cuenta como: códigos QR para dirigir a los audios de las piezas, videos, piezas musicales, y dispositivos para la exposición.
2. La segunda visita al museo se realizó sin el apoyo de los promotores, los alumnos realizaron un registro fotográfico de cada una de las piezas, se identificaron los hitos de interés para la intervención con RA, se hizo un primer bosquejo del museo y sus salas, se recopilaron los audios de cada cédula y tomaron videos.
3. En la tercera visita se le impartió al grupo de participantes dos talleres 1) “Inclusión y Discapacidad” y 2) “El secreto de Luis Braille” por parte del CEIAC - Centro de Estudios para Invidentes, A.C. Además de un recorrido por el museo “a ciegas”.



4. La cuarta visita se realizó en equipos de trabajo, los estudiantes dedicados al diseño y modelado acudieron (bajo cita previa) al MUREF, para hacer fotografías de detalle de las piezas que se iban a reproducir en modelado 3D.

#### 4.6.2. Etapa 2 CONCEPTUALIZACIÓN

Esta etapa se realizó en el DigitLAB-Media, laboratorio de investigación de la universidad, en este espacio se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Configurar el Dossier curatorial.
- Elaborar el Mapa de las áreas temáticas del museo.
- Generar la narrativa museística interactiva digital del Museo.
- Definir los puntos de interés y elección de piezas.
- Hacer pruebas y definir el tipo de CGI (gráficos de computadora 3D) a implementar para su reproducción.
- Hacer pruebas y definir la Plataforma de desarrollo.
- Identificar y gestionar la tecnología necesaria para el proyecto (licencias hardware y software). El costo de licencias de software lo absorbió el Patronato Amigos del Museo Hacia Una Nueva Imagen, Asociación Civil, quienes lo contemplaron en el apoyo que recibieron para el financiamiento del proyecto.
- Comprar los dispositivos para el desarrollo de los scanner para realidad aumentada. El costo de los dispositivos móviles “tablets” lo absorbió el Patronato Amigos del MUREF, se contempló en el apoyo que recibieron para el financiamiento del proyecto un recurso de beca para estudiantes, con lo cual se compraron equipos que se les otorgaron a los alumnos participantes. Otros equipos se compraron para apoyar la exposición en el museo.
- Definir las diferentes áreas de desarrollo para el proyecto.

- Se integraron los alumnos a su área de experiencia.
- Se definió la tecnología necesaria para cada área.

**FIGURA 7.** Sesión de concepto y estilo y Taller de Design Thinking en T-HUB.



Recurso elaboración propia

#### 4.6.3. Etapa 3 SUBPROCESOS DE ARTE, MODELADO Y PROGRAMACIÓN (Primera parte)

En cuanto a elaboración del proyecto, (arte, modelado y programación) la etapa comprendió las siguientes actividades, se diseñaron y desarrollar modelos 3D para su articulación con las herramientas de visualización. Se realizó la animación de modelos 3D (personajes y piezas). Se desarrolló un prototipo BETA de la herramienta de visualización (APP/Scanner). Se definió el tipo de marcado para la lectura y visualización de datos en Realidad Aumentada y se realizaron las primeras pruebas Scanner/App-Marcado-Modelado 3D.

**FIGURA 8.** Modelado en 3D y Arte conceptual



Recurso elaboración propia

#### 4.7. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL SEGUNDO PERÍODO

Este segundo período se inició integrando a nuevos participantes de Servicio Social y se les introdujo a las tareas, tecnologías y concepto que desarrolla el proyecto.

##### 4.7.1. Etapa 4: DISEÑO, MODELADO Y DESARROLLO (Segunda parte)

Las actividades que se realizaron fue concluir modelado y animación de piezas 3D para realidad Aumentada. Generar los audios y sonorizar para las piezas RA. Integrar el diseño de Interfaz a la herramienta de visualización (APP/Scanner) para tableta Diseñar en los sistemas operativos Android y realizar la digitalización en 2D y animación de la identidad gráfica del proyecto RA, para implementación en los artículos promocionales del MUSEO.

**FIGURA 9.** Programación de App y Diseño de UI (User Interfaz)



Recurso elaboración propia

#### 4.7.2. Etapa 5: IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA EN MUREF Y EVALUACION

Las actividades que se desarrollaron fueron la implementación de la narrativa museística digital interactiva en el museo. La realización de pruebas con los alumnos participantes en el proyecto, los Promotores Culturales del MUREF y los coordinadores del Patronato Amigos del MUREF, A.C. y las correcciones pertinentes al proyecto y actualizaciones de la App, a partir de evaluaciones internas.

**FIGURA 10.** Modelado en 3D y Arte conceptual



Recurso elaboración propia

#### 4.7.3. Etapa 6: VALIDACIÓN Y PROMOTORES CULTURALES RA

Recibieron y guiaron por el recorrido de Museo Digital Interactivo con Realidad Aumentada a los grupos invitados en la inauguración del proyecto y a los estudiantes de una escuela secundaria.

**FIGURA 11.** Validación de la propuesta, los estudiantes como Promotores Culturales



Recurso elaboración propia

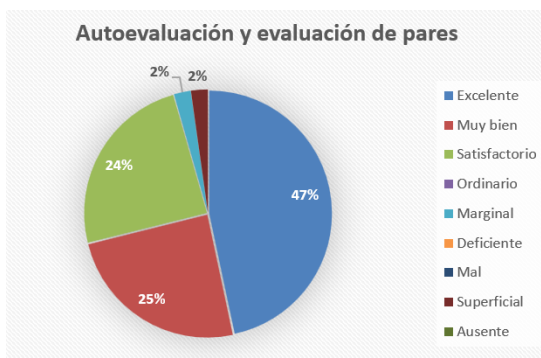
Los estudiantes realizaron esta actividad desde dos enfoques, el primero verificar y validar y evaluar la usabilidad de la aplicación, la segunda fue su participación fue como promotores culturales, explicaron el proyecto a los visitantes, despejaron dudas en relación con la tecnología, respondieron preguntas técnicas, e incluso dieron entrevistas.

## 5. RESULTADOS

Los participantes respondieron tres cuestionarios, teníamos interés en conocer cómo se percibían ellos mismos en cuestión de rendimiento personal, y de sus pares, trabajando en equipo y en general en el proyecto.

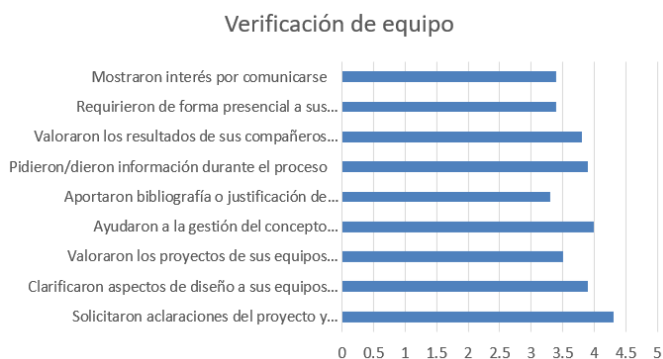
Rubrica 1: Autoevaluación y Evaluación de Pares. La rúbrica evaluó nueve niveles de rendimiento con base en esfuerzo y compromiso.

**GRÁFICO 1.** Autoevaluación y evaluación de pares. El 47% de los alumnos se percibieron y percibieron a sus pares excelentes en cuestión de esfuerzo y compromiso, el 24% se consideró y consideró a sus pares muy bien, y un 24% satisfactorio. Algunos alumnos de servicio social únicamente participaron en una parte del proyecto, por lo que los datos los representan en 2%.



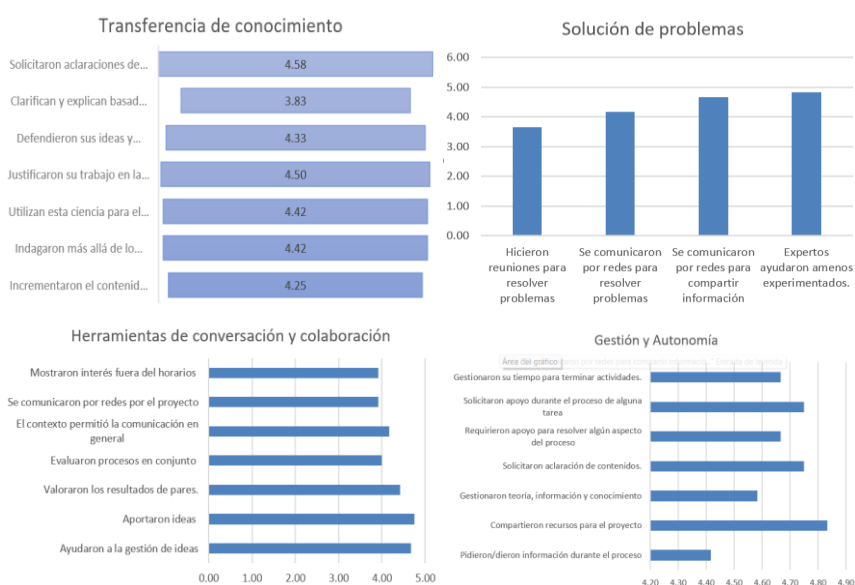
Rubrica 2: Verificación con pares de Equipo en proyectos de largo alcance: Proceso de verificación de equipo. Escala de Likert, Valores del 1 al 5, donde: 1= En total desacuerdo y 5= Totalmente de acuerdo.

**GRÁFICO 2.** Verificación con pares de Equipo en proyectos de largo alcance. Es notable que en escala del 1 al 5 los participantes se evaluaron entre 3.2 y 4.3, tomando en cuenta que fue un proyecto que tuvo una duración de un año y trabajaron resolviendo problemas de todo tipo, incluso conflictos grupales y de toma de decisiones.



Rubrica 3: Autoevaluación de Competencias Transversales a través de los elementos del ABP. Ambiente de aprendizaje ABP y Competencias transversales. Escala de Likert, Valores del 1 al 5, donde: 1= En total desacuerdo y 5=Totalmente de acuerdo.

**GRÁFICO 3, 4, 5, 6.** Estos cuatro gráficos muestran de qué forma trabajaron en las Competencias Transversales, el gráfico de Transferencia de conocimiento en escala del 1 al 5 los participantes se autoevaluaron con puntajes principalmente arriba de 4, el más alto 4.58, esto involucra procesos de investigación, gestión, y uso de su propio conocimiento y experiencia en los temas relacionados con el proyecto. En la gráfica 4 se muestra las formas que buscaron para comunicarse para resolver problemas afuera y dentro del horario de laboratorio, los puntajes están entre 3.6 y 4.8. El gráfico 5 muestra las herramientas cognitivas involucradas en los procesos de colaboración y conversación que fueron utilizadas durante todo el proceso de desarrollo, evaluaron estos procesos entre 3.9 y 4.8. EL Gráfico 6, muestra una autoevaluación en gestión y autonomía, es de resaltar que las evaluaciones están entre 4.40 y 4.82. los participantes se mostraron seguros en el manejo del tiempo, el espacio, recursos y apoyo, esto benefició en su competencia de Autonomía y capacidad de gestión.



## 5. DISCUSIÓN

El proyecto "Realidad Aumentada: Más allá de la Historia" ha demostrado tener un impacto positivo en el desarrollo de habilidades y competencias transversales en los estudiantes. La utilización de la tecnología de realidad aumentada en el contexto de un museo de historia ha permitido a los estudiantes interactuar de manera más activa y significativa con los contenidos históricos y culturales presentados. Al combinar la tecnología con el aprendizaje basado en proyectos, se ha creado una experiencia de aprendizaje enriquecedora que ha fomentado una serie de

habilidades, el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la resolución de problemas.

En cuanto a la integración de diferentes disciplinas y enfoques de enseñanza, como el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) y el aprendizaje basado en proyectos (ABP). Esta combinación ha enriquecido la experiencia de aprendizaje de los estudiantes al fomentar la interconexión entre diferentes áreas del conocimiento y promover la aplicación práctica de los conceptos aprendidos.

## 6. CONCLUSIONES

El proyecto de aprendizaje STEAM y ABP utilizando realidad aumentada en un museo de historia ha demostrado ser una estrategia innovadora y efectiva para mejorar las habilidades y competencias transversales de los estudiantes. La combinación de la tecnología de realidad aumentada con el enfoque STEAM y el aprendizaje basado en proyectos ha demostrado tener un gran potencial para transformar la forma en que los estudiantes interactúan con la historia y el patrimonio cultural.

Este proyecto ha evidenciado que la tecnología puede ser una herramienta poderosa para enriquecer la experiencia educativa y cultural. Al proporcionar una forma más interactiva y atractiva de explorar la historia, la realidad aumentada ha logrado captar el interés y la atención de los estudiantes, lo que ha resultado en un mayor compromiso y una mayor retención de los conocimientos adquiridos.

Además, este proyecto puede servir como modelo para la implementación de proyectos similares en otros contextos educativos y culturales. La combinación de la realidad aumentada, el enfoque STEAM y el aprendizaje basado en proyectos puede adaptarse a diferentes temas y contenidos, lo que permite a los educadores ofrecer experiencias de aprendizaje más dinámicas y relevantes.

En conclusión, el proyecto "Realidad Aumentada: Más allá de la Historia" ha demostrado ser una estrategia exitosa para mejorar el aprendizaje y la participación de los estudiantes en un museo de historia. Este enfoque innovador tiene el potencial de transformar la forma en que se



enseña y se aprende la historia y el patrimonio cultural, y puede ser replicado en otros contextos educativos y culturales para enriquecer la experiencia de aprendizaje de estudiantes de todas las edades.

## 7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Agradecemos el apoyo recibido por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, el Museo de la Revolución de la Frontera de Ciudad Juárez, al Patronato Amigos del MUREF A.C., y a Fondo Unido Chihuahua, por hacer posible este tipo de proyectos de impacto social y académico.

## 8. REFERENCIAS

- Aranzazu-López, C. U.; Bahamón-Cardona, C. A. y Beltrán Cardona, D. F. (2018). Narrativas museográficas interactivas. *trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 10(19), 75-86.
- Beltrán, D. F., Bahamón, C. A. y Aranzazu, C. U. (2019). Experiencia y diálogo en narrativas museográficas. *Revista KEPES*, 16(20), 169-193. DOI: 10.17151/kepes.2019.16.20.8
- Betancourt U., A. (2002). El diseño digital y lógica mixta. *Ingeniería*, 7(2), 73-78.
- Bogdan Toma, R. y García-Carmona, A. (2021). «De STEM nos gusta todo menos STEM». Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65-80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>
- Cabero-Almenara, J.; Valencia-Ortiz, R.; y Llorente-Cejudo, C. (2022). Ecosistema de tecnologías emergentes: realidad aumentada, virtual y mixta. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 7-22. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.1148>
- Cabero Almenara, J. y Puentes Puente, A. (2020). La Realidad Aumentada: tecnología emergente para la sociedad del aprendizaje. *AULA, Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, 66(2), 35-51.
- de Torres, E.; Navarro, J.; Canaleta, X.; Amo, D.; Malé, J.; y Solé, X. (2021). Adaptación de un modelo de Aprendizaje Basado en Proyectos: experiencias en tiempo de confinamiento. *Actas de las Jenui*, vol. 6, 267-274, Universitat Ramon Llul
- Esteban, M. (2002) El diseño de entornos de aprendizaje constructivista. Pág 12 de 12 El texto es una adaptación de D. Jonassen, en C.H.Reigeluth (2000):El diseño de la instrucción, Madrid Aula XXI Santillana

- EVE Museos e Innovación (4 de marzo 2020). Reflexiones sobre el futuro de la narrativa en museos. Recuperada de <https://goo.su/JAk3d>
- Fuertes C., M. T. y Fernández M., M. (2023). Educación STEM en la infancia: percepciones del profesorado. *TECHNO Review*, 2023, pp. 2-14 <https://doi.org/10.37467/revtechno.v13.4789>
- García M., S.; Estrada T., R. y Macarulla A., A. (2022). Aprendizaje Basado en Proyectos. Universidad Pontificia Comillas
- Gayà M., C. y Rizo G., M. (2022). Museos, memoria colectiva e imaginarios narrativos. La comunicación participativa como estrategia para construir relatos no hegemónicos en museos con vocación social. *Artnodes*, 29, UOC, 1-10. <https://doi.org/10.7238/artnodes.v0i29.393014>
- Gómez S., I. (2021). La implementación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la metodología ABP. En Pérez de Albéniz Iturriaga, A.; Fonseca P., E. y Lucas M., B. (Coords.). *Iniciación al Aprendizaje Basado en Proyectos. Claves para su implementación* (pp. 40-44). Universidad de la Rioja
- Husted R., S.; Méndez G., I. I. y Solís Ch., A. (2020). Steam y Maker: explorando nuevos enfoques educativos y tecnologías emergentes en la enseñanza del diseño. En Rodríguez-Garay, G. O.; Álvarez-Chávez, M. P. & Husted R, S. (Coords.), *Comunicación, educación y juventud: Nuevas formas de aprender y enseñar en la era digital* (pp. 61-98). Egregius Ediciones
- Jonassen, D. (2000). El diseño de entornos constructivistas de aprendizaje. En Reigeluth C.M. (Ed.). *Diseño de la instrucción. Teorías y modelos* (225-250). Madrid: Santillana.
- Kocaman, B. y Ocak, G. (2020). STEM and Collaboration. En Pereira da Cunha M. C., M. F. y Vázquez D., J. B. (Eds.), *Hands-on Science. Science Education. Discovering and understanding the wonders of Nature* (pp. 136-139). The Hands-on Science Network
- Lozano-Bolívar J. G. (2022). Evaluación de las competencias transversales en egresados formados para las industrias culturales y creativas en Bogotá, Colombia. *Revista Informador Técnico* 86(2), 147-170 <https://doi.org/10.23850/22565035.4548>
- Martínez G., M. A. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: de la teoría a la praxis. *Universciencia*, 49(16), 1-7.
- Mendoza V., E. Y.; Boza V., J. A.; y Morales S., A. M. (2020). La neurodidáctica en función del aprendizaje basado en proyectos. *Journal of Business and entrepreneurial*, 224-240. <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.69>

- Moral, A. y de la Menta B., M. A. (2014). Estrategias metodológicas para el aprendizaje basado en proyectos. I Seminario Iberoamericano de Innovación Docente de la Universidad Pablo de Olavide, Sevilla.
- Museo y virtualidad (2021). Memorias del X Encuentro anual de equipos educativos de museos, 2021. Subdirección Nacional de Museos, Servicio Nacional de Patrimonio Cultural, Gobierno de Chile.
- Palacios, A., Pascual, V. y Moreno-Mediavilla, D. (2022). El papel de las nuevas tecnologías en la educación STEM. Bordón, Revista de Pedagogía, 74(4), 11-21. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.96550>
- Rodríguez-Sandoval, E.; Vargas-Solano, E. M.; y Luna-Cortés, J. (2010). Evaluación de la estrategia “aprendizaje basado en proyectos”. Educ.Educ. 13(1), 13-25.
- Romero Carrión, V. L., Bedón Soria, Y. T., & Franco Medina, J. L. (2022). Meta-análisis de competencias transversales en la empleabilidad de los universitarios. Revista gestión de las personas y tecnología, 15(43), 20-42. <https://dx.doi.org/10.35588/gpt.v15i43.5464>
- Rychen, D.S. (2016) Conceptual Framework: Key Competences for 2030. Beijing. <https://www.oecd.org/education/2030/E2030-CONCEPTUAL-FRAMEWORK-KEY-COMPETENCES-FOR-2030.pdf>
- Sastre-Merino, S.; Pablo-Lerchundib, I. y Rey R., J. (2021). Diseño y desarrollo de proyectos STEM con equipos de escolares. Mentores universitarios para el proyecto Cambia Tu Mundo (1093-1105). En Lecciones aprendidas, ideas compartidas, Congreso In-Red 2021, VII Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red, Universitat Politècnica de Valencia. Doi: <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2021.2021.13736>
- Sepúlveda R. M. (2017) Las Competencias Transversales, base del Aprendizaje para Toda la Vida Autora Universidad EAN – Docente Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://recursos.educoas.org/publicaciones/las-competencias-transversales-base-del-aprendizaje-para-toda-la-vida>
- Videla R., J. J.; Sanjuán P., A.; Martínez C., S.; Seoane N., A. (2017). Diseño y usabilidad de interfaces para entornos educativos de realidad aumentada. Digital Education Review, 31, 61-79.
- Zamorano Escalona, T., García Cartagena, Y., & Reyes González, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. Contextos: Estudios De Humanidades Y Ciencias Sociales, (41).
- Zepeda H., M. E. (2019). El Aprendizaje Basado en Proyectos. Conference Proceedings CIVINEDU 2019, 3rd International Virtual Conference on Educational Research and Innovation (pp. 320-323). Adaya Press

- Hurtado-Mazeyra, A.; Alejandro-Oviedo, O. M.; Núñez-Pacheco, R.; y Cabero-Almenara, J. (2023). El Digital Storytelling en la modalidad 2D y con realidad aumentada para el desarrollo de la creatividad en la educación infantil. RED. Revista de Educación a Distancia, 73(23) Artíc. 4, 1-25. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/red.536641>
- Valenzuela, González J. R. (2021) Competencias transversales y su importancia para el empleo. En Competencias Transversales, Capacitart Ciudad de México, Revista informativa de la Secretaría del Trabajo y Fomento al Empleo y el Instituto de Capacitación para el Trabajo. Núm. 4, Disponible en: [https://icat.cdmx.gob.mx/storage/app/media/revista%204-\\_202\\_29agosto.pdf](https://icat.cdmx.gob.mx/storage/app/media/revista%204-_202_29agosto.pdf)

## INFLUENCIA DEL JUEGO SERIO VIDA 3.0 EN LA DOCENCIA UNIVERSITARIA

---

JOSÉ ALBERTO ALJÓN JIMÉNEZ  
*Universidad Europea de Madrid*

JOSÉ MANUEL LÓPEZ LÓPEZ  
*Universidad Europea de Madrid*

### 1. INTRODUCCIÓN

Desde hace algunos años, el mundo de la educación superior está apostando por nuevas formas de enseñanza. Así, Becker & Watts (1995) hicieron uso de trabajos colaborativos, juegos y simulaciones para mejorar la comprensión acerca de aquellos conceptos de la asignatura sobre los que los alumnos constataban mayores dificultades para su comprensión. Desde entonces han existido diferentes propuestas para mejorar el aprendizaje y/o desarrollar habilidades en los estudiantes. Estas nuevas metodologías han tenido lugar en todos los niveles de educación: desde escuelas infantiles hasta universidades en todo el mundo, (Terzidou et al., 2016). La forma de materializar esos nuevos métodos de enseñanza ha sido variada, desde flipped learning o flipped classroom (Lage et al., 2000) hasta la gamificación (Borrás, 2015). Existe, dentro de la gamificación, una variante conocida como serious games o juegos serios. La diferencia entre emplear gamificación o un juego serio reside en que en el primer caso se emplean mecánicas, elementos y técnicas de diseño de juegos para conseguir resolver problemas (Zichermann & Cunningham, 2011) (Werback et al., 2012), mientras que en el segundo se trata de juegos, principalmente digitales, que tienen como finalidad el aprendizaje, dejando en un segundo plano el aspecto lúdico del juego. Si bien la literatura actual sobre el tema ofrece muchas tipologías en las que enmarcar los juegos dirigidos hacia el aprendizaje, no ha sido posible encontrar una que enmarque, sin lugar a la duda, el juego que aquí se

propone. En términos probabilísticos, vida 3.0, podría incluirse dentro de los juegos serios con un par de matices: por una parte, no se trata de un juego digital, por lo menos hasta el momento, y por otra, no está orientado a un aprendizaje sobre la materia o asignatura sobre la que se implementa. En este sentido vida 3.0 es un juego serio transversal porque, aunque depende del rendimiento que el alumno tenga sobre la asignatura, lo que éste aprende tiene relación con el mundo real y, por tanto, es posible adaptarlo a cualquier disciplina, si bien podría resultar muchísimo más interesante en titulaciones con contenidos orientados a la gestión empresarial.

La dinámica del juego permite al alumno, inicialmente, determinar cómo prefiere trabajar durante el transcurso de la asignatura: en solitario o en grupo. Su evolución dentro del juego podrá reafirmarle en su posición, o bien, hacerle replantarse su situación y cambiar a un entorno de trabajo en grupo o trabajo colaborativo (Yannibelli & Amandi, 2011). De este modo, el estudiante puede ser consciente de sus limitaciones y valorar la posibilidad de los beneficios que representa trabajar en equipo.

Como se comentó anteriormente, hasta la fecha no hay evidencia de que ningún juego serio, con las características de Vida 3.0, haya sido utilizado en ningún nivel educativo.

## 2. OBJETIVOS

Los principales objetivos de aprendizaje que persigue obtener en el estudiante son:

- Que sea consciente de la forma en que desea trabajar en la asignatura: individual o en grupo.
- Que pueda conocer algunas de las situaciones que se le presentarán en el mundo real, cuando se inicie en el ámbito laboral.
- Que sea capaz de gestionar su economía particular y/o la de su empresa.

- Que sea capaz de emplear un lenguaje adecuado al dirigirse a entidades públicas o privadas cuando precise de los servicios que ofrecen.
- Que sea capaz de elaborar su propio currículum y/o redactar una oferta de trabajo.
- En aquellos casos en que su rol en el juego lo precise, saber actuar como líder.
- Hacer las actividades o trabajos con la máxima exigencia.

### 3. FUNCIONAMIENTO DE VIDA 3.0

#### 3.1. CONCEPCIÓN DE VIDA 3.0

Este juego se bautizó con el nombre de “Vida” porque pretendía ser una simulación de la posible vida que tendría, una vez terminada la carrera, cada uno de los participantes. Al nombre del juego le siguen dos cifras separadas por un punto. La primera de ellas hace referencia al número de años que se lleva utilizando en el ámbito docente, mientras que la segunda sólo se emplea en aquellos casos en que, durante la utilización del juego, se introduce alguna mejora y/o modificación. En aquellos casos en que no se produzcan variaciones se denotará con un cero tal situación. Finalmente, en este artículo se hablará de “Vida 3.0” por haberse empleado por primera vez en el curso 2019/2020 y, por tanto, llevar 3 años utilizándose. Actualmente, la experiencia sigue llevándose a cabo con la versión 4.0.

#### 3.2. FUNCIONAMIENTO BÁSICO

El juego se basa en el control y/o la evolución de 4 variables numéricas fundamentales:

1. **Economía.** Esta variable se corresponde con la cantidad de dinero virtual de que dispone el jugador durante el juego. Depende directamente de las calificaciones obtenidas por el alumno en las actividades realizadas. Sin embargo, puede verse afectada por algunos imprevistos, como se describirá más adelante.

2. **Autoestima.** Esta variable hace referencia a la valoración que tiene sobre sí mismo el jugador.
3. **Ánimo.** Determina la energía que tiene el estudiante para enfrentar su actividad.
4. **Trabajo.** Determina el grado de afinidad que tiene hacia la asignatura.

Las variables anteriores pueden tomar valores tanto positivos como negativos. Los valores positivos indican, en aquellas variables en que se dan, un buen comportamiento, mejor cuanto más alta sea la cifra que tienen asociada. La misma interpretación debe hacerse en el caso de valores negativos, pero entendiendo éstos como un mal comportamiento.

### 3.3. ESTABLECIMIENTO DE LOS VALORES INICIALES DE LAS VARIABLES

Para establecer los valores iniciales de las variables descritas en el apartado anterior se le hace entrega a cada alumno de un cuestionario que aparenta ser una encuesta que hace la universidad a los alumnos acerca de cómo ven su futuro. Esta acción se lleva a cabo el primer día de clase sin informar al alumno la verdadera intencionalidad que hay detrás. El motivo de emplear esta estrategia es que el estudiante responda las preguntas de la forma más honesta posible, sin la posible influencia que pudiera suponer pensar que hay respuestas mejores o peores que pudieran tener importancia de cara a su nota final. El hecho de que sus respuestas no afectan en modo alguno a sus resultados académicos se materializa en aquellos alumnos que no asisten a la primera clase y que, por tanto, no pueden realizar la encuesta. En esos casos se cumplimenta mediante la generación de valores aleatorios.

#### 3.3.1. Ponderación de las variables

Es evidente que las prioridades que le damos en nuestra vida a los aspectos que tienen lugar en ella no es la misma para cada persona. Por ello, la primera pregunta del cuestionario consiste en clasificar, según la percepción personal, la prioridad que se le da a las cuatro variables definidas en el punto 3.2. Para ello, en el cuestionario se les pide que las ordenen con los números del 1 al 4, siendo 1 lo que les resulta más importante y 4 lo que menos. Estos valores van a servir para ponderar las



variables del juego. Estos parámetros se denotan por  $P_j$ , siendo  $j = 1, 2, 3, 4$ .

### 3.3.2. Percepción actual

La segunda pregunta pide al participante que reparta 10 puntos entre los cuatro conceptos fundamentales de acuerdo con cómo se ve él en el momento de hacer la encuesta. La respuesta genera cuatro valores que se denotan por  $PA_j^k$ . Siendo  $j = 1, 2, 3, 4$ , mientras que los valores para el superíndice son  $k = 1, 2, \dots, n$ , siendo  $n$  el número de alumnos participantes. Esta variable irá cambiando de valor a lo largo del juego. Para denotar este hecho nos referiremos a ella como  ${}^tPA_j^k$  para indicar que está valorada en el instante  $t$ .

### 3.3.3. Percepción futura

La tercera pregunta pide al participante que reparta 10 puntos entre los cuatro conceptos fundamentales de acuerdo con cómo le gustaría verse en el futuro. La respuesta genera cuatro valores que se denotan por  $PF_j^k$ . Siendo  $j = 1, 2, 3, 4$ , mientras que los valores para el superíndice son  $k = 1, 2, \dots, n$ , siendo  $n$  el número de alumnos participantes.

### 3.3.4. Situación laboral

La cuarta pregunta indaga sobre la situación laboral que le gustaría tener al alumno una vez terminada la carrera. Las opciones disponibles son ser empresario, ser autónomo o ser asalariado.

### 3.3.5. Estado civil

La penúltima pregunta tiene que ver con la posibilidad de estar soltero, indicando si quiere serlo con o sin pareja, o casado. Esta pregunta no afectará al juego en sí, tan sólo aportará cierta veracidad a algunas de las situaciones que pudieran darse.

### 3.3.6. Descendientes

Finalmente, se le pregunta al participante acerca de su deseo de tener descendencia o no. La respuesta afectará económicamente al desarrollo del juego.

### 3.3.7. Variable económica

La única variable que no ha quedado determinada numéricamente hasta el momento es la económica. El motivo es que esta se genera de manera aleatoria a partir del número de expediente de cada alumno. Para su determinación se suman sus cifras y el resultado se multiplica por 200, en el caso de aquellos participantes que se decantaron por un perfil de asalariado o autónomo, pasando esta cantidad a ser el dinero virtual del que disponen para iniciar el juego y que pasará a una cuenta corriente. En el caso de elegir la opción de empresario, la cantidad obtenida de la suma de las cifras que componen el expediente del alumno se multiplica por 2000. Esta cantidad pasa a ser el dinero virtual del que dispone para iniciar su actividad y pasará a una cuenta de empresa. La respuesta genera dos valores que se denotan por  $CC^k$ ,  $CE^k$ .

Sólo en los casos de perfil empresarial el jugador tendrá dos cuentas: una personal (la cuenta corriente) y otra asociada a la empresa.

Una vez iniciado el juego, las condiciones económicas de cada jugador ya no podrán cambiarse.

### 3.3.8. Función felicidad

Según la RAE, se entiende por felicidad a la “persona, situación, objeto o conjunto de ellos que contribuyen a hacer feliz”. En Vida 3.0 el conjunto de objetos que contribuyen a la “felicidad” del participante bien pueden considerarse como la unión de las cuatro variables principales. De este modo puede definirse una felicidad inicial,  $F_I$ , mediante el uso de las valoraciones iniciales que se hizo en el apartado 3.3.2 ponderadas con los parámetros del punto 3.3.1:

$$F_I(CC, PA) = \frac{1}{P_1} CC^k + \sum_{j=2}^4 \frac{1}{P_j} PA_j^k, k = 1, 2, 3, 4$$

que supondrá el punto de partida para cada jugador. Para poder realizar un seguimiento de la evolución del participante se establece un indicador que se define como felicidad final,  $F_F$ , que se obtiene mediante el uso de los valores del apartado 3.3.3 ponderados, de nuevo, con los parámetros del punto 3.3.1:

$$F_F(CC, PF) = \frac{1}{P_1} CC^k + \sum_{j=2}^4 \frac{1}{P_j} PF_j^k, k = 1, 2, 3, 4$$

que supondrá el objetivo de cada jugador al finalizar el juego.

La función felicidad temporal permite determinar en un instante determinado,  $F_t$ , del juego el estado en que se encuentra el participante con respecto al marcador final:

$$F_t(CC, CE, PA, PF) = \left( \frac{1}{P_1} CC_t^k + \sum_{j=2}^4 \frac{1}{P_j} {}^tPA_j^k \right) - F_F, k = 1, 2, 3, 4$$

Siendo  $CC_t^k$  el valor correspondiente a la cuenta corriente del participante  $k$  en el instante  $t$  y  ${}^tPA_j^k$  el valor de la percepción  $j$  en el instante  $t$  y del jugador  $k$ .

Las expresiones anteriores son válidas para los jugadores con perfil de autónomo o asalariado. En el caso de los empresarios, la felicidad inicial tomaría la forma:

$$F_I^E(CC, PA) = \frac{1}{P_1} (CC^k + CE^k) + \sum_{j=2}^4 \frac{1}{P_j} PA_j^k, k = 1, 2, 3, 4$$

mientras que la final sería

$$F_F^E(CC, PF) = \frac{1}{P_1} (CC^k + CE^k) + \sum_{j=2}^4 \frac{1}{P_j} PF_j^k, k = 1, 2, 3, 4$$

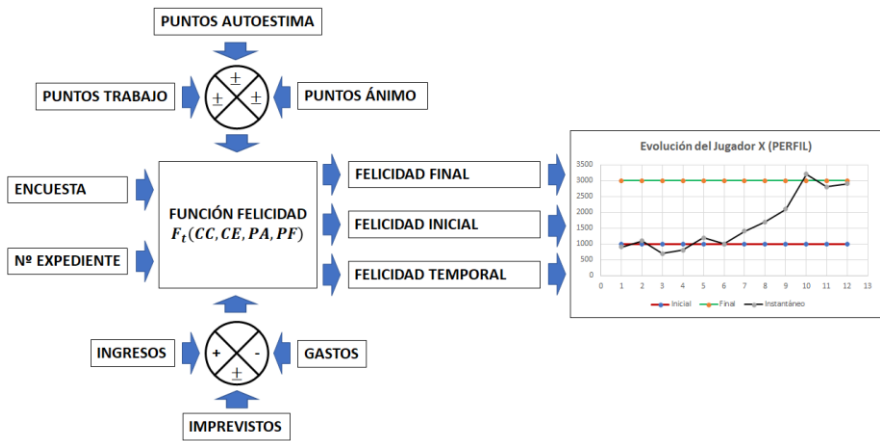
y en un instante determinado (felicidad temporal):

$$F_t^E(CC, CE, PA, PF) = \left[ \frac{1}{P_1} (CC_t^k + CE_t^k) + \sum_{j=2}^4 \frac{1}{P_j} {}^tPA_j^k \right] - F_F, k = 1, 2, 3, 4$$

En aquellos casos en que  $F_t$  sea negativa, indicará que el jugador correspondiente no cumple sus propias expectativas y debe mejorar en alguna de las cuatro variables principales, aunque el participante ignorará la evolución de los valores correspondientes a autoestima, ánimo y trabajo.

Esquemáticamente, el juego puede esbozarse mediante un diagrama de flujo como se muestra en la figura 1.

**FIGURA 1.** Diagrama de flujo del juego Vida 3.0.



Elaboración propia.

Algunos de los conceptos que aparecen en la figura 1 no han sido todavía definidos y/o explicados, pero se tratarán en los siguientes apartados.

### 3.4. ACCIONES PREVIAS AL COMIENZO DEL JUEGO

Antes de dar comienzo al juego es necesario realizar algunas acciones:

#### 3.4.1. Profesor

Cumplimentará las encuestas de aquellos alumnos que no asistieron a la primera clase con valores generados aleatoriamente.

Calculará los valores correspondientes al dinero virtual con el que se iniciará el juego para cada jugador de acuerdo con su perfil (empresario o no empresario).

Asignará una localidad a cada participante donde fijarán su residencia y, en el caso de empresarios y autónomos, la empresa. Las ubicaciones están detalladas en el reglamento del juego.

Establecerá el número de habitaciones de las viviendas en las que habitarán los jugadores. En aquellos casos en que no hay descendencia serán viviendas con una habitación, y en los que los jugadores declararon querer tener hijos se determinará el número de éstos de forma aleatoria con un número que oscilará entre 1 y 3, como máximo. En estos casos, el número total de habitaciones será igual al número de hijos más uno.

El profesor informará de los valores de partida determinados como se ha indicado en los párrafos anteriores mediante una tabla resumen en la que se indicará el estado de partida de cada alumno y en el que quedarán reflejados todos los valores anteriores.

#### 3.4.2. Jugadores con perfil de empresarios

Las acciones que deberán realizar son:

- Determinar el número de empleados que quieren tener en su empresa (mínimo uno y máximo tres) y elaborar las ofertas de empleo asociadas a los puestos ofertados incluyendo requisitos y sueldo neto que están dispuestos a pagar.
- Deberán crear el logotipo de la empresa, un eslogan comercial y una página web donde se podrán consultar las ofertas de trabajo de la empresa.
- Buscar en páginas web de inmobiliarias un espacio, en la localidad asignada por el profesor, donde ejercer la actividad y enviar el enlace del local seleccionado al profesor.
- Buscar en páginas web de inmobiliarias un espacio, en la localidad asignada por el profesor, donde vivir y enviar el enlace de la vivienda seleccionada al profesor.
- Asignarse un salario neto por su actividad como empresario.

### 3.4.3. Jugadores con perfil de autónomos

Las acciones que deberán realizar son:

- Buscar en páginas web de inmobiliarias un espacio donde ejercer la actividad y enviar el enlace del local seleccionado al profesor.
- Buscar en páginas web de inmobiliarias un espacio, en la localidad asignada por el profesor, donde vivir y enviar el enlace de la vivienda seleccionada al profesor.

### 3.4.4. Jugadores con perfil de asalariados

Las acciones que deberán realizar son:

- Elaborar su currículum y enviarlo a las páginas web de los empresarios cuyas ofertas se adapten a su perfil indicando claramente el salario neto mínimo que desean percibir.
- Buscar en páginas web de inmobiliarias un espacio, en la localidad asignada por el profesor, donde vivir y enviar el enlace de la vivienda seleccionada al profesor.

## 3.5. ACCIONES AL COMIENZO DEL JUEGO

El profesor comunicará a los alumnos el inicio del juego, una vez se hayan realizado todas las acciones indicadas en los puntos 3.4 y 3.5.

Es importante señalar que todos los intervalos temporales a los que se hace referencia en lo que resta del documento están referidos a intervalos de tiempo reales, pero deben ser traducidos a intervalos de tiempo del juego teniendo en cuenta que un mes de tiempo real equivale a una semana de clase.

### 3.5.1. Jugadores con perfil de empresarios

Al iniciar el juego deberán deducir de su cuenta de empresa los siguientes gastos:

- Escrituras de constitución de sociedad. Suponen un importe de 3000 €. Este importe sólo se paga una vez, al iniciar el juego.
- Acondicionamiento del local a la actividad profesional. Suponen un importe de 5000 €. Este importe sólo se paga una vez, al iniciar el juego.
- Contratación de un sistema de gestión de calidad (ISO 9001), gestión medioambiental (ISO 14001) y un sistema de prevención de riesgos (OSHAS 18001). Suponen un importe de 3000 €. Este importe tiene periodicidad anual.
- Empresa de publicidad. Supone un importe de 1000 €. Este importe tiene periodicidad anual.
- Contratación de una empresa de protección de datos de clientes. Supone un importe de 1000 €. Este importe tiene periodicidad anual.

### 3.5.2. Jugadores con perfil de autónomos

Al iniciar el juego deberán deducir de su cuenta particular los siguientes gastos:

- Contratación de un sistema de gestión de calidad (ISO 9001), gestión medioambiental (ISO 14001) y un sistema de prevención de riesgos (OSHAS 18001). Suponen un importe de 1000 €. Este importe tiene periodicidad anual.
- Empresa de publicidad. Supone un importe de 500 €. Este importe tiene periodicidad anual.
- Contratación de una empresa de protección de datos de clientes. Supone un importe de 500 €. Este importe tiene periodicidad anual.
- Cuota de autónomo. Supone un importe de 300 €. Este importe tiene periodicidad mensual.

### 3.6. ACCIONES DURANTE EL TRANSCURSO DEL JUEGO

Los siguientes conceptos tendrán carácter mensual.

#### 3.6.1. Jugadores con perfil de empresarios

Durante el transcurso del juego deberán deducir de su cuenta de empresa los siguientes gastos:

- Alquiler del local. Corresponde al importe del local seleccionado por el jugador.
- Gastos del local. Suponen un 20% del alquiler del local.
- Nóminas. Corresponden al sueldo bruto que deben abonar a cada uno de sus empleados.
- Actividades. Corresponde al coste que tiene cada actividad.

Así mismo, deducirán de su cuenta particular los siguientes gastos:

- Vivienda. Corresponde al importe del inmueble donde habita el jugador.
- Alimentación. Corresponde al 20% del coste del alquiler (o del préstamo) asociado a la vivienda en concepto de gastos de alimentación.
- Ocio. Corresponde al 15% del coste del alquiler (o del préstamo) asociado a la vivienda en concepto de gastos en actividades de ocio.

#### 3.6.2. Jugadores con perfil de autónomos

Durante el transcurso del juego deberán deducir de su cuenta particular los siguientes gastos:

- Cuota de autónomo. Corresponde al impuesto por ser autónomo. Supone un importe de 300 €.
- Vivienda. Corresponde al importe del inmueble donde habita el jugador.



- Alimentación. Corresponde al 20% del coste del alquiler (o del préstamo) asociado a la vivienda en concepto de gastos de alimentación
- Ocio. Corresponde al 15% del coste del alquiler (o del préstamo) asociado a la vivienda en concepto de gastos en actividades de ocio.
- Actividades. Corresponde al coste que tiene cada actividad.

### 3.6.3. Jugadores con perfil de asalariados

Durante el transcurso del juego deberán deducir de su cuenta particular los siguientes gastos:

- Vivienda. Corresponde al importe del inmueble donde habita el jugador.
- Alimentación. Corresponde al 20% del coste del alquiler (o del préstamo) asociado a la vivienda en concepto de gastos de alimentación
- Ocio. Corresponde al 15% del coste del alquiler (o del préstamo) asociado a la vivienda en concepto de gastos en actividades de ocio.

### 3.7. ACCIONES ALTERNATIVAS DURANTE EL TRANSCURSO DEL JUEGO

En aquellos casos en que el participante no tenga efectivo para afrontar la compra de actividades o su situación en el juego le obliguen a disponer de más efectivo, puede solicitar la concesión de un préstamo personal por un importe y un plazo no superiores a 15000 € y 24 meses. Esto supondrá un cargo extra mensual que se corresponderá con el importe del préstamo concedido.

En aquellos casos en que los jugadores, por motivos del desarrollo del juego, quieran modificar su perfil laboral podrán solicitar su nueva situación una sola vez.

### 3.8. SITUACIONES IMPREVISTAS DURANTE EL JUEGO

Una vez al mes, el estudiante elegirá un número de entre 1000 que servirá para decidir si debe enfrentarse a una situación imprevista de las 20 posibles contempladas. Los números elegidos por los participantes se irán eliminando de los 1000 posibles de modo que no podrán repetirse.

### 3.9. INGRESOS ECONÓMICOS

El objetivo del juego es que el alumno consiga “sobrevivir” a todas las vicisitudes que tendrán lugar a lo largo de su desarrollo. Para poder conseguir ese objetivo su principal pilar será la obtención de dinero virtual, y éste se obtiene a partir de la entrega de actividades. A su vez, las actividades son puestas a disposición de los alumnos en el campus virtual de la universidad al iniciarse cada semana lectiva. Dentro de la actividad figuran los campos:

- **Coste.** Es el precio que tiene poder acceder a la actividad. Si no se dispone de efectivo suficiente para comprarla se permite tener un descubierto de hasta 1000 €, o bien, el descubierto correspondiente al coste de la actividad de menor coste.
- **Beneficio.** Es el dinero máximo que se puede obtener. La cantidad reintegrada es proporcional a la nota obtenida.
- **Fecha límite de entrega.** Es la fecha tope de entrega de la actividad. En principio, una vez pasada la fecha, no es posible entregarla más tarde.
- **Coste por retraso.** Es el coste por día con que se penalizará a aquellas actividades en las que haya posibilidad de hacer entregas con retraso respecto de la fecha límite.
- **Puntos de autoestima.** Son los puntos que se sumarán a la casilla correspondiente del participante en caso de tener más de un 5 en la actividad. En caso de obtener un 5 no sumará ningún punto, y en caso de tener menos de un 5 se le restarán los puntos en la casilla correspondiente. En los casos en que la

actividad la entregue un empresario, los puntos serán repartidos entre él y sus empleados.

- **Puntos de ánimo.** Son los puntos que se sumarán a la casilla correspondiente del participante en caso de tener más de un 5 en la actividad. En caso de obtener un 5 no sumará ningún punto, y en caso de tener menos de un 5 se le restarán los puntos en la casilla correspondiente. En los casos en que la actividad la entregue un empresario, los puntos serán repartidos entre él y sus empleados.
- **Puntos de trabajo.** Son los puntos que se sumarán a la casilla correspondiente del participante en caso de tener más de un 5 en la actividad. En caso de obtener un 5 no sumará ningún punto, y en caso de tener menos de un 5 se le restarán los puntos en la casilla correspondiente. En los casos en que la actividad la entregue un empresario, los puntos serán repartidos entre él y sus empleados.

Los ingresos económicos que percibirá el alumno dependerán del rol elegido:

- **Asalariado.** Sus ingresos serán los pactados entre el empresario y el empleado, teniéndose en cuenta que habrá 14 pagas: las 12 correspondientes a los 12 meses del año y 2 pagas extras que se efectuarán en los meses de diciembre y junio.
- **Empresario.** Será una cantidad fija determinada por el propio empresario y, al igual que en el caso del asalariado, constará de 14 pagas.
- **Autónomo.** En este caso los ingresos dependerán de los beneficios obtenidos por el alumno al finalizar cada mes. La cantidad que ingresa será, en general, variable.

### 3.10. ACCIONES AL FINALIZAR EL JUEGO

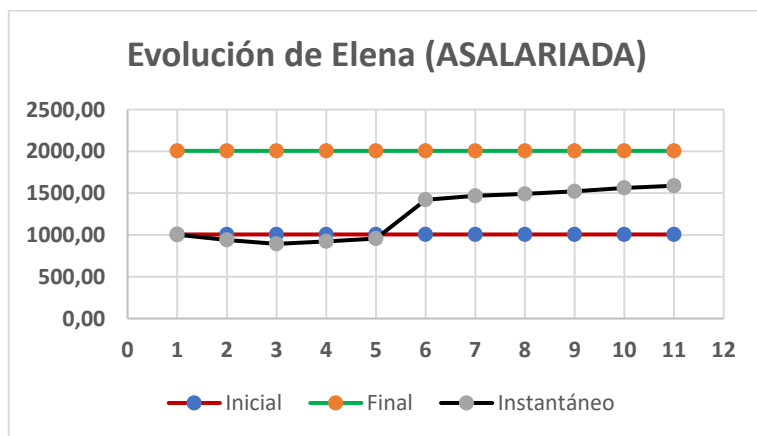
El juego finaliza cuando se termina el periodo lectivo de la asignatura. En ese momento se compara el valor obtenido por el jugador en su

función de felicidad temporal con los valores de referencia inicial y final. Si el valor que se obtiene es inferior a la felicidad inicial se considera que el alumno no ha sido capaz de mantener sus valores iniciales lo que se traduce en una mala gestión de sus variables, principalmente la económica que es la que mayor peso tiene. En aquellos casos en que el valor de felicidad temporal está dentro del intervalo o por encima de éste se considera que es un buen gestor de los parámetros que afectan a su felicidad.

Los gráficos denotados por “Gráfico 1”, “Gráfico 2” y “Gráfico 3” muestran ejemplos de participantes en el juego con los perfiles de asalariado, autónomo y empresario, respectivamente.

En el gráfico 1 se puede ver que el alumno, con perfil de asalariado, se mantuvo por debajo de las expectativas iniciales durante las 5 primeras semanas. Al tener unos ingresos fijos, sus variables eran los puntos obtenidos por la calidad de sus actividades, pues ésta repercute sobre los puntos de autoestima, ánimo y trabajo. Una vez que tuvo claro el nivel de exigencia en las actividades su evolución pasó a tener pendiente positiva y, aunque al terminar el juego no había alcanzado el objetivo final, se ve que la tendencia le dirigía hacia su consecución.

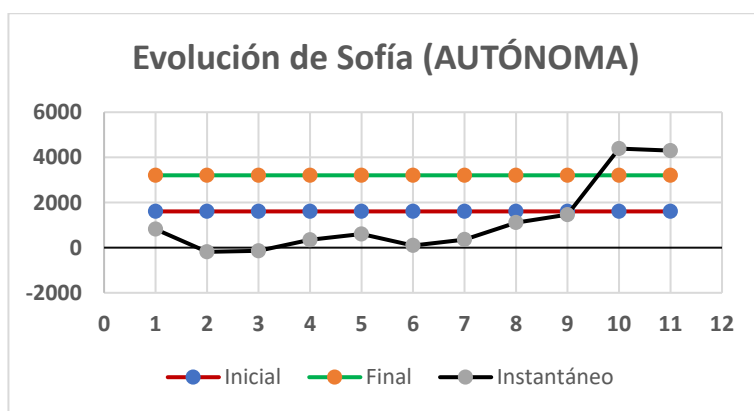
**GRÁFICO 1.** Evolución de la función felicidad de un participante con perfil de asalariado.



Elaboración propia

En el gráfico 2 se puede ver que el alumno, con perfil de autónomo, se mantuvo por debajo de las expectativas iniciales durante las 9 primeras semanas. En las 3 primeras, las actividades entregadas no obtuvieron buenas calificaciones, lo que supuso valores por debajo de las expectativas, lo que le obligó a hacerlo mejor en las siguientes. La cuarta y quinta actividad así lo indican. En la sexta volvió a tener una calificación baja. Finalmente, su evolución pasa a ser positiva superando la línea marcada como objetivo final.

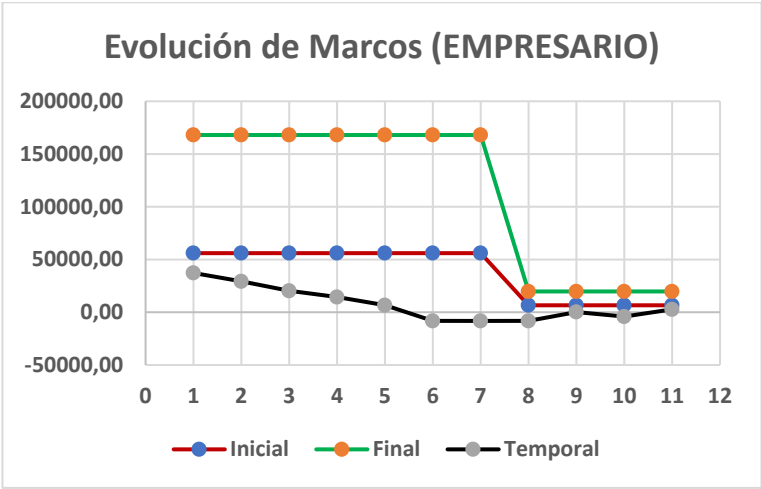
**GRÁFICO 2.** Evolución de la función felicidad de un participante con perfil de autónomo.



Elaboración propia

Finalmente, el gráfico 3 corresponde a un alumno con perfil de empresario. La fuerte inversión inicial que le supuso iniciar su actividad, unido a una asignación elevada de salario propio y a contratar 3 personas, tuvo como efecto un comienzo negativo con una pendiente en claro descenso. Además, no se responsabilizó de sus obligaciones como empresario hacia sus empleados lo que desembocó en que en la séptima semana se declarara en suspensión de pagos. A partir de ese momento, pasó a ser autónomo, cambiando su objetivo final. Hacia el final del juego fue capaz de alcanzar el objetivo inicial.

**GRÁFICO 3.** Evolución de la función felicidad de un participante con perfil de empresario.



Elaboración propia

#### 4. RESULTADOS

La inclusión del juego Vida 3.0 en la asignatura de “análisis de regresión multivariante” del grado en ingeniería matemática aplicada al análisis de datos tuvo lugar durante los cursos 2019/2020 (Vida 1.0) y 2020/2021 (Vida 2.0), mientras que en el curso 2021/2022 (Vida 3.0) se hizo en la asignatura “aplicaciones de la matemática discreta” del grado en física. Inicialmente supusieron un fuerte rechazo en el alumnado. Esta oposición se debe a que implica sacar al estudiante de su zona de confort y enfrentarlo a conceptos y situaciones que no pertenecen al aula, que ellos atribuyen al mundo de los adultos y que, por tanto, piensan que les es ajeno. Es por todo ello que, tras explicarles cómo van a tener que afrontar la asignatura incluyendo el juego como parte de ella, suelen entrar en un estado de pánico controlado. Esto les lleva a hacer preguntas sobre conceptos de los que han oído hablar, pero que no saben exactamente qué significan: “hacienda”, “seguridad social”, “declaración de hacienda”, “declaración trimestral”, “cuota de autónomo”, “sueldo neto”, “sueldo bruto” y otros tantos con los que irán familiarizándose con el transcurso del tiempo. Algunas de las cosas que más les sorprende es que reciban en sus nóminas una cantidad menor al sueldo bruto, que

haya que pagar una cuota mensual por ser autónomo o que la declaración a hacienda pueda suponer tener que pagar dinero. Por otra parte, los gastos iniciales, junto con los que deben afrontar para mantener su nivel de vida les genera cierto estrés que se traduce en una mejora en la calidad de las entregas de las actividades. Suelen exigirse sacar la mejor nota posible para poder tener dinero virtual suficiente como para no renunciar a cambiar de casa o de forma de ganarse la vida. Una vez transcurridas las dos o tres primeras actividades pasan a tener conciencia sobre cómo funciona el juego y pasan a ser conscientes de que seguir trabajando en la línea de dar lo mejor de sí mismos se traduce en no tener que preocuparse por sus ingresos. Sin perder de vista esta perspectiva, el alumno decide mantener el mejor nivel posible al hacer sus tareas universitarias para que el juego le resulte lo más grato posible. En definitiva, Vida 3.0 es un juego que se alimenta de las calificaciones en la asignatura para crear una vida virtual paralela que repercute positivamente en el alumno, quien pasa a recibir unas calificaciones finales que, en general, son muy altas.

Durante los tres cursos en los que se ha realizado la experiencia, han participado en las sucesivas versiones del juego un total de 32 alumnos. Los resultados que se han obtenido son los que se enumeran a continuación:

- La opción elegida inicialmente por 20 alumnos (63%) es la de asalariado, mientras que la de empresario la eligieron 7 (22%) y, finalmente, sólo 5 la de autónomo (15%). De aquellos que eligieron ser asalariados 6 cambiaron a autónomos y sólo hubo un empresario que cambió a esta modalidad. Todavía no se ha dado el caso de que un autónomo cambie a cualquiera de las otras dos opciones.
- Lo más importante para los alumnos, a tenor de los resultados obtenidos de las encuestas iniciales, es sentirse bien con lo que estudian o en el lugar de trabajo con un 38% de respuestas indicando ésta como su principal prioridad. Empatados a un 25% se encuentran el aspecto económico y encontrarse con ánimo para trabajar/estudiar. En el extremo opuesto se encuentra la autoestima, que fue la opción menos valorada, con un 31%.

- El sueldo neto más frecuente solicitado por los estudiantes se sitúa en la horquilla de 1600 € a 2000 € mensuales, que es el que creen que percibirán recién terminada la carrera.

A continuación, se ofrecen los resultados académicos conseguidos por los alumnos por cursos. Posteriormente, se dará una visión global. Para poder tener una mejor interpretación de los datos que se ofrecen a continuación debe observarse que las asignaturas seleccionadas: análisis de regresión multivariante y aplicaciones de la matemática discreta, son dos disciplinas que, además de requerir conocimientos previos de otras asignaturas, tienen un grado de dificultad elevado. Además, debe tenerse en cuenta que los resultados académicos obtenidos por mis alumnos en otras asignaturas en las que no se propone este juego tienen un porcentaje de suspensos superior al 60% y en muy pocas ocasiones las calificaciones superan el 7.

#### 4.1. CURSO 2019 – 2020.

La clase estaba formada por 16 alumnos. El juego se vio interrumpido al finalizar la cuarta semana docente debido al confinamiento que sufrió el país. Es por ello por lo que sólo se han tenido en cuenta las actividades que se realizaron hasta ese momento. Durante esas cuatro semanas, los alumnos hicieron entrega de 6 actividades en las que hubo 7 notas suspensas repartidas en 6 alumnos. La nota más baja de todas las actividades entregadas fue un 2 y la más alta un 10. En concreto, hubo 38 dieces y 17 nueves repartidos entre todas las entregas. El 100% de los alumnos aprobaron en convocatoria ordinaria. Las notas finales más bajas obtenidas fueron un 6.18 y un 7.17, el resto estuvieron comprendidas entre un 8.17 y un 9.83.

#### 4.2. CURSO 2020 – 2021

La clase estuvo formada por 11 alumnos que realizaron 13 actividades. Las notas más bajas obtenidas fueron 17 ceros repartidos entre 7 alumnos. Sin embargo, hubo 72 dieces. Al finalizar la convocatoria ordinaria 6 alumnos (55%) aprobaron la asignatura. La nota más baja fue de un 7 y la más alta un 8.3. En convocatoria extraordinaria aprobó el resto de los alumnos (45%) siendo un 6.7 la nota más baja y 9 la más alta.



### 4.3. CURSO 2021 – 2022

Hubo 5 alumnos matriculados que hicieron entrega de 13 actividades. Las calificaciones de las actividades incluyen 14 ceros repartidos entre 3 estudiantes y 30 puntuaciones perfectas (10) repartidos entre todos los estudiantes. Aprobaron todos en convocatoria ordinaria siendo un 6.54 la nota más baja y 8.71 la más alta.

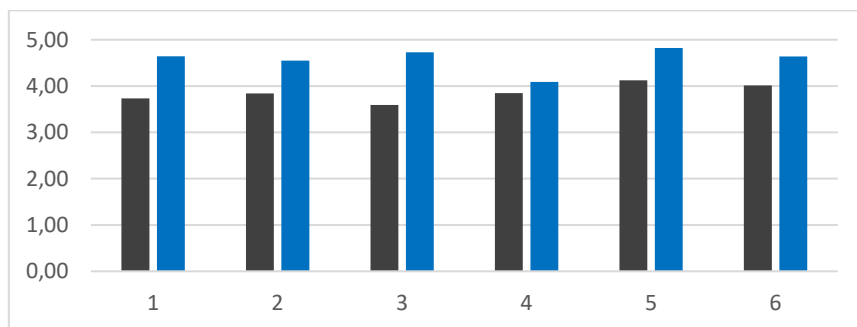
### 4.4. RESULTADOS GLOBALES

El hecho más importante es que el 100% de los alumnos superaron la asignatura encontrándose que las notas finales obtenidas se dan en una horquilla que va desde el 6.18 al 9.83. Teniendo en cuenta los porcentajes de aprobados y las notas finales obtenidas en otras asignaturas se puede pensar que el juego influye sobre el interés en aprender, lo que redundaría en obtener las mejores calificaciones posibles.

A continuación, se adjuntan los gráficos 4 y 5 en los que aparecen comparados los resultados obtenidos en las encuestas de satisfacción de las asignaturas en las que no se utilizó el juego (en color oscuro), frente a las que sí (en color claro) de los cursos 2020/2021 y 2021/2022, respectivamente. En concreto, en se muestran los resultados obtenidos a las preguntas:

1. Las metodologías docentes empleadas (clases virtuales, casos, problemas, proyectos, retos, simulaciones...) facilitan el aprendizaje de la asignatura.
2. El profesor despierta mi interés por esta asignatura.
3. El seguimiento que me proporciona el profesor sobre mi aprendizaje a lo largo de la asignatura.
4. Los sistemas de evaluación utilizados en esta asignatura son coherentes con las actividades y las metodologías planteadas.
5. El profesor relaciona la asignatura con el mundo profesional
6. Con este profesor he aprendido.

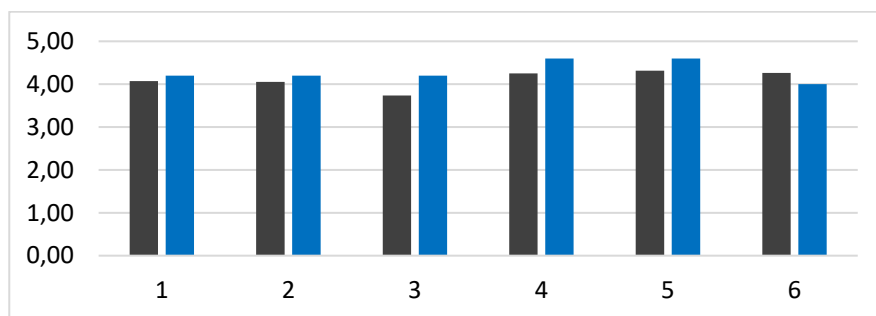
**GRÁFICO 4.** Valoración del alumnado de las asignaturas impartidas por uno de los autores (J.A. Aijón) en el Curso 2020 / 2021 para algunos ítems seleccionados (detalles en el texto principal). Los colores oscuros y claros corresponden a asignaturas en las que no se utilizó el juego, y sí se hizo, respectivamente



Elaboración propia

Para la confección del gráfico 4 se han ponderado las respuestas de 87 evaluaciones de asignaturas en las que no se empleó Vida 3.0 frente a 11 evaluaciones en la asignatura en la que sí se utilizó.

**Gráfico 4.** Valoración del alumnado de las asignaturas impartidas por uno de los autores (J.A. Aijón) en el Curso 2021 / 2022 para algunos ítems seleccionados (detalles en el texto principal). Los colores oscuros y claros corresponden a asignaturas en las que no se utilizó el juego, y sí se hizo, respectivamente.



Elaboración propia.

Para la confección del gráfico 5 se han ponderado las respuestas de 95 evaluaciones de asignaturas en las que no se empleó Vida 3.0 frente a 5 evaluaciones en la asignatura en la que sí se utilizó.

## 6. CONCLUSIONES

Como ya se ha comentado, a tenor de las notas obtenidas por los estudiantes los resultados son muy satisfactorios tanto para el profesor como para los alumnos, quienes ven que su esfuerzo se ha traducido en unas notas, por lo general, por encima de lo habitual.

El juego les hace ser más conscientes de algunas limitaciones o desconocimientos que tenían al iniciar la asignatura, como no saber hacer su currículum, redactar una oferta de trabajo, dirigirse con un lenguaje formal a una entidad pública como la seguridad social o hacienda, o privada como puede ser un banco. También aprenden cuánto cuesta pagar una nómina, qué significa un sueldo neto y uno bruto y los gastos que supone tener una empresa con empleados. Aunque sea con dinero virtual, acaban siendo conscientes de la dificultad que entraña gestionar una economía doméstica y/o una correspondiente a una pequeña empresa. En algunos casos, también han aprendido lo que supone tener que pedir un préstamo personal, mientras que en otros han tenido que enfrentarse a alguna situación imprevista.

La mecánica del juego les obliga, a empresarios y autónomos, a tomar decisiones, pues deben elegir qué actividades presentarán que les permita seguir manteniendo su ritmo de vida y, para ello, deben estudiar muy bien el contenido relacionado con la actividad que tienen que entregar para obtener la mejor nota posible.

Finalmente, han aprendido a llevar un control de su propia economía para poder hacer las declaraciones trimestrales o anuales a Hacienda.

Por otra parte, también han experimentado la satisfacción de llegar al final del juego con una economía saneada aquellos que se decantaron por el perfil de asalariado o el de autónomo, mientras que para los que optaron por el de empresario, ven cumplido su objetivo de saber gestionar, por lo menos económicamente, una pequeña empresa.

Todo lo anteriormente expuesto se pone de manifiesto cuando alguno de los alumnos que ya se encuentran actualmente trabajando ha reconocido el valor que ha tenido para él poder participar en el juego y los conocimientos que éste le anticipó.

## 7. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todos los estudiantes que han participado en las diferentes versiones de Vida por su implicación en el proyecto.

## 8. REFERENCIAS

- Becker, W.E., & Watts, M. (1995), Teaching tools: Teaching methods in undergraduate economics. *Economic Inquiry*, 33 (4), 692-700. Western Economic Association International
- Borrás Gené, O. (2015), Fundamentos de Gamificación. Universidad Politécnica de Madrid.
- Lage, M.J., Platt, G.J., & Treglia, M. (2000), Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. *The Journal of Economic Education*, 31 (1), 30-43. Taylor & Francis, Ltd.
- Terzidou, T., Tsiatsos, T., Miliou, C., & Sourvinou, A. (2016), Agent supported serious game environment. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9 (3), 217-230. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Werbach, K., Hunter, D., & Dixon, W. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business* (Vol. 1). Philadelphia: Wharton digital press.
- Yannibelli, V. D., & Amandi, A. (2011). Forming well-balanced collaborative learning teams according to the roles of their members: An evolutionary approach. In 2011 IEEE 12th international symposium on computational intelligence and informatics (CINTI) (pp. 265-270). Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. O'Reilly Media.

# NUEVAS FORMAS DE DISEÑO: BIOMIMETISMO Y DISEÑO BIOFÍLICO COMO FUENTES DE INSPIRACIÓN PARA UNA NUEVA ARQUITECTURA

---

GASTÓN SANGLIER CONTRERAS

*Universidad San Pablo-CEU, CEU Universities*

CARLOS MIGUEL IGLESIAS SANZ

*Universidad San Pablo-CEU, CEU Universities*

## 1. INTRODUCCIÓN

La arquitectura ha sido una disciplina que siempre ha estado en constante evolución y en busca de nuevas formas de diseño que satisfagan las necesidades de la sociedad. En los últimos años, la arquitectura ha experimentado un cambio hacia la sostenibilidad y la ecología, lo que ha llevado al surgimiento de nuevas corrientes de diseño, como el diseño biofílico y el biomimético (Odum, 2007).

El diseño biofílico es una corriente de diseño que busca la conexión del ser humano con la naturaleza a través de la incorporación de elementos naturales en el diseño arquitectónico. Según *Stephen Kellert*, uno de los principales expertos en diseño biofílico, "los diseños que integran características naturales en los entornos construidos se han demostrado que pueden tener efectos beneficiosos en la salud y el bienestar de los ocupantes" (Kellert et al., 2008).

Dentro de la corriente anterior, según el arquitecto y diseñador estadounidense, *William McDonough*, "la naturaleza debe ser la inspiración para la arquitectura sostenible" (McDonough, 2010).

Por otro lado, el biomimicismo es una corriente de diseño que se inspira en la naturaleza para crear soluciones innovadoras y sostenibles. Según *Janine Benyus*, autora de "*Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*",

"la naturaleza es nuestra mejor fuente de inspiración para resolver los desafíos más complejos a los que nos enfrentamos" (Benyus, 2002).

En este contexto, el diseño biofílico y el biomimético representan una oportunidad para una nueva arquitectura que busca la sostenibilidad y la conexión entre el ser humano y el entorno natural (Ming, 2018). En las siguientes páginas se abordará en detalle las oportunidades que estas fuentes inspiradoras ofrecen en la arquitectura actual.

### 1.1. OPORTUNIDADES DEL DISEÑO BIOFÍLICO Y EL BIOMIMETISMO

El diseño biofílico y el biomimético ofrecen numerosas oportunidades para una nueva arquitectura más sostenible y en sintonía con el medio ambiente. A continuación, se exponen algunas de las principales oportunidades que estas fuentes inspiradoras pueden proporcionar:

- Mejora de la calidad de vida de los usuarios: la integración de la naturaleza en el diseño de los espacios habitables puede mejorar la calidad de vida de los usuarios al reducir el estrés y mejorar su bienestar emocional y físico (Ulrich, 1984). Además, el uso de materiales naturales y la incorporación de luz natural en los edificios pueden contribuir a crear un ambiente más saludable (Colomer, 2019).
- Reducción del impacto ambiental: la imitación de la naturaleza y sus procesos para el diseño de edificios puede ayudar a reducir el impacto ambiental de la arquitectura. Por ejemplo, la biomimética puede proporcionar soluciones para el uso eficiente de la energía y la gestión de los residuos, entre otros aspectos.
- Adaptación al cambio climático: el diseño biofílico y el biomimético pueden contribuir a la adaptación de los edificios al cambio climático (Benyus, 1997). Por ejemplo, la integración de espacios verdes en las ciudades puede contribuir a reducir el efecto isla de calor y mejorar la calidad del aire.
- Innovación en el diseño: el uso de la naturaleza como fuente de inspiración puede impulsar la innovación en el diseño

arquitectónico. La biomimética, en particular, puede proporcionar soluciones innovadoras a problemas complejos de diseño.

En definitiva, el diseño biofílico y el biomimético representan una oportunidad para una nueva arquitectura más sostenible y en sintonía con el medio ambiente. Su uso puede mejorar la calidad de vida de los usuarios, reducir el impacto ambiental de los edificios, contribuir a la adaptación al cambio climático y fomentar la innovación en el diseño (Pallasmaa, 2014).

## 2. OBJETIVOS

Dentro de los objetivos generales de este estudio, se contempla el siguiente planteamiento:

- Crear espacios que promuevan el bienestar y la salud: el diseño biofílico busca integrar elementos naturales en los espacios interiores y exteriores, como la luz natural, el agua, las plantas, las vistas a la naturaleza, entre otros, para mejorar la salud física y mental de las personas que habitan o trabajan en esos espacios (Browning et al., 2014).
- Reducir el impacto ambiental: el biomimetismo busca imitar y adaptar soluciones y estrategias que la naturaleza ha desarrollado para enfrentar los desafíos ambientales y aplicarlas en el diseño arquitectónico, con el fin de reducir el impacto ambiental de los edificios y crear soluciones más sostenibles (Thompson, 2019).
- Mejorar la productividad y el rendimiento: el diseño biofílico también busca crear ambientes más estimulantes, que promuevan la creatividad, la concentración y la productividad de las personas que trabajan en esos espacios.
- Crear espacios estéticamente atractivos y armónicos.
- Generar conciencia sobre la importancia de la naturaleza: estos enfoques también buscan generar conciencia sobre la importancia de la naturaleza y su relación con el ser humano,

fomentando la conexión emocional y la empatía hacia el entorno natural.

### 3. METODOLOGÍA

La metodología de estudio utilizada para explorar las oportunidades del diseño biofilico y el biomimetismo como fuentes de inspiración para una nueva arquitectura incluye los siguientes pasos:

- Revisión de literatura: se ha realizado una revisión exhaustiva de la literatura existente en el campo del diseño biofilico y el biomimetismo para recopilar información sobre las teorías, principios, beneficios, desafíos y aplicaciones prácticas de estas disciplinas en la arquitectura. Esto ha proporcionado una base sólida para el estudio y una comprensión clara de los conceptos y terminologías usadas.
- Investigación de proyectos de referencia: Se ha llevado a cabo una investigación de proyectos de referencia que han aplicado el diseño biofilico y el biomimetismo en la arquitectura para identificar las mejores prácticas, las técnicas utilizadas y los resultados obtenidos (D'Amico, 2018). La investigación de proyectos de referencia ha incluido una gran variedad de edificios, como viviendas, oficinas, hospitales, centros educativos, entre otros.
- Análisis de los principios y estrategias: Una vez recopilada la información, se han analizado los principios y estrategias utilizados en el diseño biofilico y el biomimetismo, y se han identificado aquellos que son relevantes para la arquitectura (Krygiel y Nies, 2017). Esto ha permitido establecer un marco conceptual para el estudio.
- Identificación de oportunidades: A continuación, se han identificado las oportunidades específicas que ofrece el diseño biofilico y el biomimetismo para la arquitectura (Miller, 2017). Incluyendo la creación de espacios más saludables, sostenibles y productivos, la integración de la naturaleza en la arquitectura,



la mejora del bienestar de los usuarios, la reducción del impacto ambiental, entre otros.

- Desarrollo de propuestas: Basándose en las oportunidades identificadas, se han desarrollado propuestas de diseño que han aplicado los principios y estrategias del diseño biofilico y el biomimetismo en la arquitectura. Estas propuestas se han presentado en forma de diseños conceptuales, maquetas, póster, fotos, visualizaciones en 3D, etc. (Levin, 2013).
- Evaluación de resultados: Finalmente, se han evaluado los resultados obtenidos a partir de las propuestas de diseño desarrolladas y se han compartido entre los diferentes grupos de alumnos. Se ha evaluado la efectividad de las estrategias y principios aplicados en términos de sostenibilidad, bienestar de los usuarios, eficiencia energética, entre otros criterios (Meng et al., 2020).

A continuación, se expone la metodología aplicada de forma reducida sobre el trabajo realizado por los alumnos de primer y tercer curso del Grado de Arquitectura de la Universidad San Pablo-CEU y las propuestas sobre un solo proyecto como se explicará más adelante. Se ha empezado por hacer una exhaustiva revisión de la literatura de cada línea para determinar las características más importantes, así como se han explorado los proyectos más innovadores de cada línea junto con las oportunidades que ofrecen cada uno. Posteriormente, se presentan las propuestas por parte de los alumnos sobre un tema específico y se han evaluado los resultados finales de todos los grupos.

### 3.1. EL DISEÑO BIOFÍLICO, CARACTERÍSTICAS Y MÁXIMOS EXPONENTES

El diseño biofilico se centra en crear espacios que imiten la naturaleza y proporcionen un entorno saludable y relajante para las personas. Se basa en la idea de que la conexión con la naturaleza puede mejorar la salud física y mental de las personas. Algunas oportunidades del Diseño Biofilico en la arquitectura incluyen (Awbi, 2018):

- La utilización de luz natural y ventilación para crear un ambiente interior saludable y confortable.
- La inclusión de elementos naturales como plantas, agua, y rocas para crear un ambiente relajante y rejuvenecedor.
- La creación de espacios verdes como jardines o patios para mejorar el acceso a la naturaleza (Ulrich, 1984).

Algunos ejemplos de este tipo de influencia dentro de la arquitectura pueden ser los que se exponen a continuación:

Incorporación de elementos naturales en las oficinas de Amazon para buscar un mayor relax de las personas en el entorno de trabajo (figura 1).

El vicepresidente John Schoetler de Bienes Raíces e instalaciones Globales de Amazon decía que “Nuestro objetivo era crear un lugar de reunión único donde los empleados pudieran colaborar e innovar juntos, y donde la comunidad de Seattle pudiera reunirse para experimentar la biodiversidad en el centro de la ciudad”.

**FIGURA 1.** Oficinas de la empresa Amazon en Seattle con influencia del diseño biofilico



Fuente: Amazon

Casas en los árboles, senderos con cascadas, son parte de los espacios de trabajo de estas nuevas oficinas en Seattle. Una tendencia basada en los grandes beneficios que resulta para los empleados convivir con la naturaleza creando una arquitectura orientada a la felicidad.

La sala que se muestra en la figura 2 es parte de un proyecto del hospital *The Royal Children 's Hospital by Bates Smart* especializado en la salud infantil, con este proyecto se busca la aplicación de los conceptos de biofilica para mejorar la salud de los enfermos y ayudarlos a la hora de la recuperación. Ha ganado el premio internacional de diseño de interiores como parte de los premios *Emirates Glass*.

Este hospital de Melbourne (Australia) se ha construido en un parque, el edificio está rodeado de naturaleza y esto también está presente en el acuario de arrecife de coral de dos pisos y el recinto de suricatas que hacen del hospital un entorno lúdico y atractivo . una delicia para adultos y pacientes jóvenes por igual.

**FIGURA 2.** Proyecto del Children´s Hospital en Melbourne



Fuente: BLP y Bates Smart

Por otro lado, *High Line* es un parque urbano elevado construido sobre una antigua línea de ferrocarril de Nueva York. La plataforma elevada dejó de utilizarse en 1980, y 23 años más tarde se comenzó a pensar en diversos usos de ésta.

**FIGURA 3.** Parque High Line, Nueva York. Getty Images



Fuente: Getty Images

El proyecto fue terminado en 2014. Tiene más de 2 kilómetros de longitud y recorre desde *Gansevoort Street* hasta la calle 34 de la parte oeste de Nueva York. El parque está dividido en tres secciones y se puede acceder a él por diversos puntos de acceso a lo largo de su recorrido sobre la ciudad. En toda la vía se han instalado bancos y ornamentación llena de arbustos y matorrales para darle otro aire y ser más aprovechado por las personas.

Los principales precursores de esta corriente o línea se muestran en el siguiente cuadro adjunto:

**FIGURA 4.** Principales exponentes de la corriente del Diseño Biofílico

## Diseño Biofílico

			
<p><b>Edward O. Wilson</b> Biólogo y naturalista que acuñó el término "biofilia" para describir el amor innato de los humanos por la naturaleza. Su libro "Biophilia" (1984) es considerado una obra seminal en el campo del diseño biofílico.</p>	<p><b>Stephen Kellert</b> Arquitecto y profesor de la Universidad de Yale, Kellert es uno de los principales exponentes del diseño biofílico. Ha escrito varios libros sobre el tema, incluyendo "Building for Life" (2005) y "Biophilic Design" (2008).</p>	<p><b>William McDonough</b> Arquitecto y diseñador que ha abogado por una mayor sostenibilidad en la arquitectura. Su obra incluye edificios que incorporan elementos naturales y técnicas de diseño biofílico, como el Ford Rouge Center en Michigan (2003).</p>	<p><b>Judith Heerwagen</b> Investigadora del impacto de la naturaleza en la salud y el bienestar humano. Su trabajo ha influido en el diseño de espacios interiores y exteriores más saludables y productivos.</p>

### 3.2. EL BIOMIMETISMO, CARACTERÍSTICAS Y MÁXIMOS EXPONENTES

El Biomimetismo, por su parte, se enfoca en tomar inspiración de la naturaleza para crear soluciones sostenibles y eficientes en la arquitectura (Pohl y Hirschberg, 2017; Speck, 2016). Esta corriente busca aprender de los procesos naturales y adaptarlos a la construcción de edificios. Algunas oportunidades del Biomimetismo en la arquitectura incluyen:

- La utilización de materiales y técnicas de construcción inspiradas en la naturaleza, como la utilización de estructuras de panal de abejas o la utilización de materiales como el bambú.
- La creación de sistemas de ventilación y de climatización que se inspiran en los sistemas naturales de enfriamiento y calefacción de animales y plantas.
- La utilización de tecnologías de energía renovable, como la energía solar o la energía eólica, que se inspiran en los procesos naturales de la fotosíntesis y la evaporación.

A continuación, se van a indicar algunas obras y edificios que siguen esta línea naturalista:

El Centro Acuático Nacional es un pabellón deportivo en Beijing (China) donde se celebraron las competiciones de natación, natación sincronizada y saltos de los Juegos Olímpicos de 2008 y la competición de curling de los Juegos Olímpicos de 2022.

**FIGURA 5.** Centro acuático Nacional de Beijing. PTW Arquitectos.



Consta de dos piscinas, una para las pruebas de natación y otra para las de saltos. Tiene una capacidad de 6000 asientos permanentes, que se pueden ampliar hasta 17.000 en grandes acontecimientos deportivos.

Por su diseño se asemeja a un enorme cubo de hielo, por lo que es conocido como Cubo de agua. La pared externa está basada en la estructura de *Weaire-Phelan*, inspirada en burbujas de jabón, una especie de espuma.

Dentro de la misma ciudad China, destaca el Estadio Nacional diseñado por los suizos Jacques Herzog y Pierre de Meuron en colaboración con *ArupSport* y *China Architecture Design & Research Group* inspirado en la trama de un nido y formada por una miríada de ramitas y entrelazamientos (figura 6).

**FIGURA 6.** Estadio Nacional de Beijing, diseñado por Herzog & de Meuron, compuesto de un marco de acero que se inspira en un nido de pájaros



Fuente: Dennis Gilbert-VIEW / Alamy Foto de stock

Este espléndido estadio, conocido popularmente como «nido de pájaro» por la maraña de piezas de metal retorcidas que conforman su estructura arquitectónica, se construyó con el objetivo principal de ser el escenario principal de las pruebas olímpicas de atletismo, las ceremonias de inauguración y clausura, y algunos partidos del Torneo Olímpico de Fútbol durante las olimpiadas de Pekín 2008.

La Torre Price que se muestra en la figura 7, es el único edificio de gran altura realizado por el célebre arquitecto estadounidense Frank Lloyd

Wright, y uno de sus únicos diseños orientados de forma vertical. Ubicada en las llanuras de *Bartlesville*, Oklahoma y encargada por la compañía local de petróleo y productos químicos *H.C. Price Company*, la torre de uso mixto es significativa no solo por su singularidad dentro de la obra del arquitecto, sino también por sus materiales y su diseño estructural. Algunas de las innovaciones desarrolladas por Wright, que fueron novedosas a mediados del siglo XX, siguen siendo útiles y efectivas incluso hoy.

Wright apodó a la torre como "*el árbol que escapó del espeso bosque*". Esta frase resalta mucho de lo que hace que la Torre Price sea tan significativa hasta el día de hoy. El rascacielos se diseñó en torno a un núcleo central, con cuatro huecos de ascensor que actúan como soporte estructural principal y elemento integral a partir del cual se desarrolla el resto del diseño. Cada losa del piso de la torre sobresale de este marco central, similar a las ramas de los árboles. Como resultado, las paredes exteriores del edificio están revestidas con largas alas de cobre, lo que sugiere la creación de follaje a través de una pátina verde texturizada.

**FIGURA 7.** Frank Lloyd Wright había desarrollado la idea de una raíz de árbol para el diseño de edificios altos, levantados sobre un profundo apoyo central con pisos en voladizo a modo de ramas.



Fuente: ArchDaily

El diseño supuestamente asimétrico se ve diferente desde todos los ángulos, recuerda las imperfecciones naturales de la madera, pero es aún más hermoso. Por lo tanto, la torre combina a la perfección las preocupaciones prácticas y conceptuales al considerar el material y la construcción, incluidos elementos estructurales importantes que funcionan simultáneamente como partes de un diseño abstracto.

Calatrava propuso la creación de un edificio de estilo pabellón que estaría situado en eje con *Wisconsin Avenue*, la vía principal del centro. Diseñado como una unidad independiente, el pabellón se diferencia del entorno existente tanto en términos de geometría como de materiales, una forma de acero blanco y hormigón que se asemeja a un barco.

**FIGURA 8.** *Pabellón Quadracci del Museo de Arte de Milwaukee de Santiago Calatrava, que se abre y se cierra durante el día como las alas de una mariposa o el despliegue de una flor.*



Fuente: Getty Images

El edificio muestra su especial protector solar en forma de alas y elementos de barrido de proa y dosel, es un logro notable de la arquitectura e ingeniería. El diseño basado en el hormigón armado es un estudio sobre cómo Calatrava, se enfrentó al desafío de implementar su idea de un proyecto de escaparate que retrata una sensación de movimiento y cambio.



Otro edificio emblemático es el Hipódromo de la Zarzuela en Madrid. Se trata de un ejemplo del racionalismo madrileño. La belleza y amplitud del recinto hacen que se le considere un monumento. Uno de sus elementos más singulares son las tribunas, construidas por los arquitectos Carlos Arniches y Martín Domínguez junto al ingeniero de caminos Eduardo Torroja. La construcción es colindante con el monte de El Pardo.

En 2009 fue declarado Bien de Interés Cultural. En 2012, ganó el Primer Premio del Colegio de Arquitectos de Madrid (COAM) por su Proyecto de Restauración y Rehabilitación.

**FIGURA 9.** Hipódromo de la Zarzuela (Madrid). Tejado en forma de alas de gaviota. Fue diseñado por los arquitectos Carlos Arniches y Martín Domínguez con la colaboración del Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Eduardo Torroja en 1941.



Fuente: Elaboración propia

Es sobre este último edificio donde los estudiantes de Arquitectura tuvieron que realizar su práctica analizando la cubierta y ofreciendo ideas para mejorar su diseño, eficiencia e impacto medioambiental.

Los principales precursores de esta corriente o línea se muestran en el siguiente cuadro adjunto:

**FIGURA 10.** Principales exponentes de la corriente del Biomimetismo



Fuente: Elaboración propia

### 3.3. HACIA DONDE NOS DIRIGIMOS...

La evolución del Diseño Biofílico y del Biomimetismo en la arquitectura ha sido gradual, pero ha ganado importancia en los últimos años debido a la creciente conciencia sobre la necesidad de crear soluciones más sostenibles y saludables. El desarrollo de estas corrientes ha llevado a resultados positivos en la creación de espacios más saludables, eficientes y sostenibles.

En 2017, la organización *World Green Building Council* encuestó a más de 100 empresas de todo el mundo para conocer su opinión sobre el diseño biofílico. La encuesta encontró que el 47% de las empresas consideran que el diseño biofílico es importante o muy importante para su estrategia de sostenibilidad. Además, el 58% de las empresas encuestadas informaron que utilizan el diseño biofílico en sus edificios.

Otro estudio de 2019, publicado por la revista *Building and Environment*, examinó el impacto del diseño biofílico en el bienestar de los ocupantes de un edificio de oficinas. Los resultados indicaron que el diseño biofílico mejoró significativamente el rendimiento cognitivo y redujo los niveles de estrés de los ocupantes.

En cuanto al biomimetismo, un informe de la consultora *Navigant Research* estimó que el mercado global de biomimética en la construcción alcanzaría los 1.6 billones de dólares en 2026, impulsado por la creciente demanda de soluciones sostenibles y eficientes en el uso de la energía.

En conclusión, aunque no hay estadísticas precisas sobre la adopción del diseño biofílico y el biomimetismo en la Arquitectura, los estudios y encuestas indican que estos enfoques están ganando terreno en todo el mundo y que se espera que sigan creciendo en el futuro debido a los beneficios que ofrecen.

### 3.4. PROPUESTAS DE PROYECTOS

Se ha trabajado sobre el Hipódromo de la Zarzuela de Madrid, y en concreto sobre la influencia en la cubierta de la grada principal de las corrientes desarrolladas anteriormente.

Los alumnos se han agrupado por grupos de cuatro a cinco estudiantes. Todos han trabajado sobre la idea de explorar y aportar nuevas ideas de diseño sobre la disposición de la cubierta del hipódromo con el ánimo de hacerla más funcional y atractiva siguiendo la metodología expuesta.

Para ello tomaron apuntes mediante bocetos realizados a mano e hicieron fotos de las diferentes partes de la cubierta. Tuvieron quince días para presentar sus soluciones y mejoras a un tribunal compuesto por profesores del Grado de Arquitectura.

A continuación, se presentan algunos trabajos de los alumnos desarrollados en modo de paneles. El panel de la figura 11 presenta varias secciones en rojo de las zonas de estudio.

**FIGURA 11.** Principales secciones y detalles de trabajo de la zona de cubierta realizados por los alumnos.

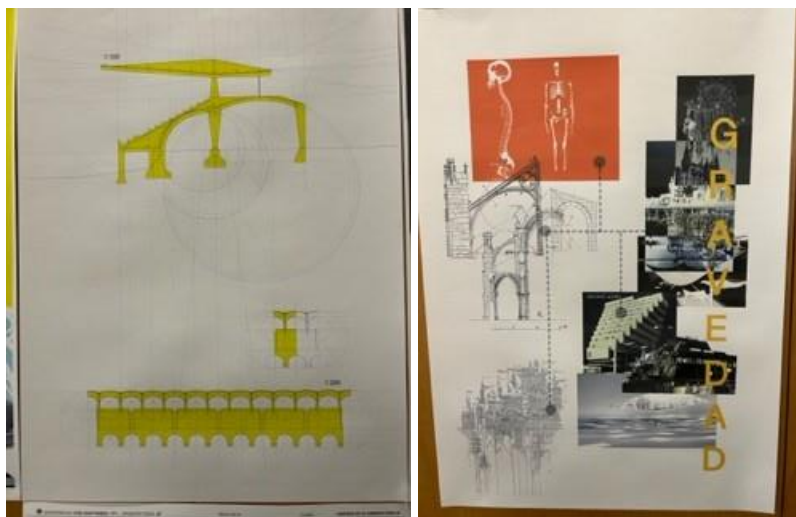


Fuente: Elaboración propia

A través de esta experiencia los alumnos descubren la importancia del diseño estructural para resolver de forma audaz y con menor coste el equilibrio de las fuerzas que intervienen. Es de destacar el papel que desarrolla el tirante de la parte trasera de la marquesina como la bóveda posterior cuyo peso contrarresta el vuelo de la marquesina que se observa en la primera figura del panel. Las piezas presentan un equilibrio dinámico ya que no están conectadas entre sí, se mueven para contrarrestar tensiones debido a que el apoyo sobre los pilares es articulado.

En amarillo en la parte superior de la figura 12 de la izquierda, se presenta una sección de la cubierta sobre la que tenían que trabajar los alumnos incorporando soluciones de mejora desde el punto de vista de la geometría y la eficiencia. En la parte de debajo de dicha figura 12, aparece un dibujo de la cubierta del edificio también en color amarillo.

**FIGURA 12.** *Propuestas de sección de cubierta y cubierta del hipódromo de la Zarzuela realizada por un grupo de alumnos.*

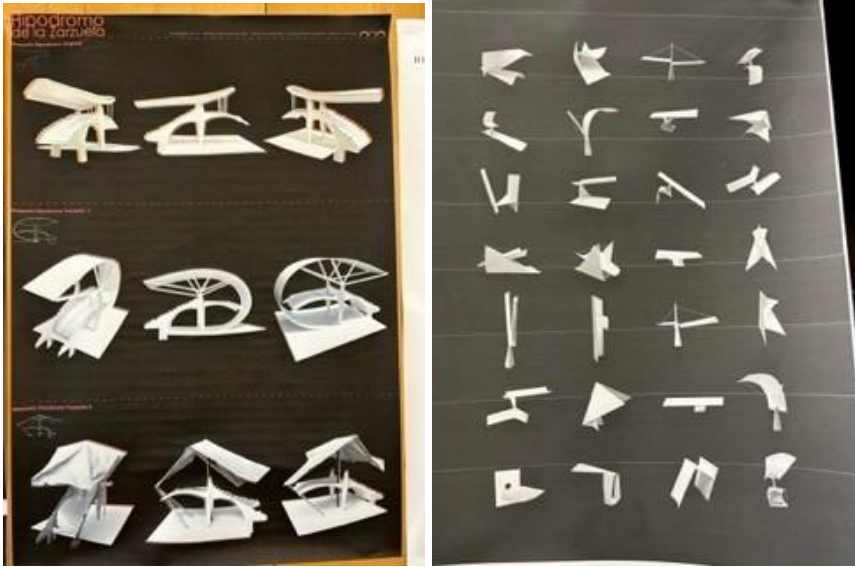


Fuente: Elaboración propia

La propuesta de la derecha de la figura 12 muestra la importancia de la gravedad, y como consecuencia directa, el peso en esas secciones donde trabajan los alumnos en la parte de la cubierta del edificio.

Es de destacar algunas ideas realizadas en cartón piedra sobre las secciones del trabajo que se adjuntan a continuación mostradas en forma de panel (figura 13).

**FIGURA 13.** Propuestas de secciones y nuevas soluciones de la cubierta del hipódromo de la Zarzuela realizada por los alumnos.



Fuente: Elaboración propia

#### 4. RESULTADOS

El diseño biofilico y el biomimetismo son dos enfoques que buscan integrar la naturaleza y sus patrones en la arquitectura y el diseño urbano. (Salingaros, 2019). Ambos enfoques pueden ser utilizados como fuentes de inspiración para crear edificios y espacios más sostenibles, saludables y estéticamente atractivos (Ryan et al., 2011).

En el caso del proyecto sobre la cubierta del Hipódromo de la Zarzuela, estos enfoques fueron aplicados para crear un espacio más armonioso con su entorno natural y para mejorar la calidad de vida de las personas que lo utilizan.

En primer lugar, se aplicó el diseño biofilico para incorporar elementos naturales como plantas y agua en el diseño de la cubierta, con el objetivo de crear un espacio más saludable y agradable para los usuarios. Además, se utilizó el biomimetismo para imitar patrones naturales en la

estructura de la cubierta, con el fin de mejorar su eficiencia energética y su resistencia a las condiciones climáticas.

Los resultados del estudio demostraron que la aplicación de estos enfoques en el diseño de la cubierta del Hipódromo de la Zarzuela permitió crear un espacio más sostenible y armonioso con su entorno natural.

Los alumnos, en general, han aprendido a trabajar en equipo. Considerándose la tutela de los alumnos de primer curso por los alumnos de tercer curso como muy interesante y adecuada, sobre todo a la hora de aportar ideas y realizar propuestas.

## 5. DISCUSIÓN

El diseño biofílico y el biomimetismo son dos enfoques de diseño que buscan inspiración en la naturaleza para crear soluciones innovadoras y sostenibles en la arquitectura. En el proyecto de la cubierta del hipódromo de la Zarzuela, se utilizó una combinación de ambos enfoques para crear una estructura única y funcional.

La cubierta del hipódromo de la Zarzuela es una estructura que cubre la zona de las tribunas y la pista de carreras, proporcionando sombra y protección contra la lluvia. El diseño de la cubierta se inspiró en la forma de las hojas de los árboles y se creó con materiales sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. Otros autores, sin embargo, piensan que la inspiración surgió de las alas de las palomas.

Para lograr una cubierta que proporcionara sombra y ventilación, se optó por una estructura que combinara el uso de materiales biodegradables y reciclables con la tecnología. Se utilizaron materiales como la madera, el bambú y el papel reciclado para la construcción de la estructura, mientras que la tecnología se utilizó para controlar la temperatura y la humedad del interior de la cubierta (Heschong, 2003).

Además, se utilizaron principios de diseño biofílico para crear un ambiente acogedor y confortable en el interior de la cubierta. Se diseñaron jardines verticales y se utilizaron materiales naturales en el interior de la estructura para crear un ambiente fresco y relajante. También se

diseñaron espacios para la meditación y la relajación, que se integraron en el diseño.

Los estudiantes han pensado en todo ello y así lo han recogido en sus propuestas de proyectos como se ha visto anteriormente.

La discusión del proyecto se centró en cómo la naturaleza y los procesos biológicos pueden ser utilizados para mejorar la arquitectura. Se discutió cómo la imitación de patrones y procesos naturales puede ayudar a crear edificios más sostenibles y eficientes en el uso de energía. Además, se discutió cómo la integración de la naturaleza en la arquitectura puede mejorar la calidad de vida de las personas y su conexión con el entorno.

En el caso específico del hipódromo de La Zarzuela, se buscó imitar la estructura y forma de las hojas de los árboles para crear una cubierta que permitiera la entrada de luz natural y que al mismo tiempo creara sombra y protección para los visitantes. También se discutió cómo la utilización de materiales naturales y sostenibles podría reducir el impacto ambiental del edificio.

En conclusión, el proyecto para la cubierta del hipódromo de La Zarzuela es un ejemplo de cómo el diseño biofilico y el biomimetismo pueden ser utilizados como fuentes de inspiración para una nueva arquitectura. La integración de la naturaleza en la arquitectura puede no solo mejorar la eficiencia energética de los edificios, sino también mejorar la calidad de vida de las personas y su conexión con el entorno.

## 6. CONCLUSIONES

El diseño biofilico y el biomimetismo son fuentes inspiradoras que pueden mejorar la calidad de vida de las personas y reducir el impacto ambiental de la construcción.

Estos enfoques deben ser considerados en la planificación y el diseño de los edificios, para aprovechar sus beneficios.

Se necesitan más estudios y esfuerzos para seguir desarrollando estas ideas en la arquitectura y lograr un futuro más sostenible.



En el caso de los estudiantes de Arquitectura, el diseño biofílico y el biomimetismo pueden ser herramientas valiosas para desarrollar su creatividad y conciencia ambiental. Al aprender a observar y apreciar los patrones y procesos de la naturaleza, los estudiantes pueden aplicar estos conocimientos en sus diseños para crear soluciones innovadoras y sostenibles.

Además, el diseño biofílico y el biomimetismo pueden ayudar a los estudiantes a entender mejor la relación entre el ser humano y la naturaleza, lo que puede influir en su forma de pensar sobre la arquitectura y la sostenibilidad.

Son corrientes de diseño que ofrecen una gran cantidad de oportunidades y beneficios en la nueva arquitectura, así como en la formación de los estudiantes de Arquitectura.

Al incorporar estos principios en el diseño, se pueden crear espacios más saludables, sostenibles y estéticamente atractivos, y al mismo tiempo, desarrollar una conciencia ambiental en los futuros arquitectos.

El trabajo de los alumnos de tercer curso como mentores de los alumnos de primer curso ha supuesto, que estos últimos, hayan experimentado ver el manejo en la construcción de los alumnos de curso superior, así como intercambiar información sobre su experiencia académica.

El afrontar este trabajo de análisis de forma colectiva han aprendido de la importancia del trabajo en grupo, esencial para el suministro de nuevas ideas y su ensamblado en las diferentes formas de pensar, algo fundamental en el oficio del Arquitecto.

La Arquitectura no debe ser vista como una separación de la naturaleza, sino como una extensión de ella. Al abrazar los principios del Diseño Biofílico y Biomimetismo, podemos construir un futuro más sostenible y equilibrado con el mundo natural.

## 7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Los autores de este estudio agradecen al departamento de Arquitectura y Diseño de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad CEU-San

Pablo todo el apoyo humano y de equipos en la elaboración de este artículo.

## 8. REFERENCIAS

- Awbi, H. B. (2018). *Ventilation of buildings*. Taylor & Francis.
- Benyus, J. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. William Morrow.
- Benyus, J. M. (2002). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. Harper Collins.
- Browning, W. D., Ryan, C. O. y Clancy, J. O. (2014). *14 Patterns of Biophilic Design: Improving Health and Well-Being in the Built Environment*. Terrapin Bright Green.
- Colomer, J. F. (2019). *The importance of natural lighting in architecture*. Journal of Building Engineering, 26, 100886.
- D'Amico, M. (2018). Bio-structural analogies in architecture. In A. Briccola (Ed.), *Biomimetics: Bioinspired Hierarchical-Structured Surfaces for Green Science and Technology* (pp. 247-267). Elsevier.
- Heschong, L. (2003). *Thermal delight in architecture*. MIT Press.
- Kellert, S. R., Heerwagen, J. y Mador, M. (2008). *Biophilic design: The theory, science, and practice of bringing buildings to life*. John Wiley & Sons.
- Krygiel, E. y Nies, B. (2017). *Autodesk Revit 2018 Architecture Fundamentals*. John Wiley & Sons.
- Levin, G. A. (2013). *Biomimicry in architecture: An overview of concepts and methods*. Proceedings of the International Conference on Structural Engineering and Construction Management, 1-10.
- McDonough, W. (2010). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press.
- Meng, J., Li, J., Li, W. y Wang, C. (2020). Review of Biophilic Design Strategies for Sustainable Architecture. *Sustainability*, 12(6), 2336.
- Miller, N. (2017). The nature of design: Biomimicry as a model for design education. *The Routledge Companion to Biology in Art and Architecture*, 269-282.
- Ming, T. (2018). *Sustainable building design: Principles and practice*. Taylor & Francis.
- Odum, H. T. (2007). *Environment, power, and society*. Columbia University Press.
- Pallasmaa, J. (2014). *The embodied image: imagination and imagery in architecture*. John Wiley & Sons.

- Pohl, C. y Hirschberg, U. (2017). *Biomimicry for architecture: Learning from nature*. Birkhäuser.
- Ryan, C. O., Browning, W. D. y Clancy, J. O. (2011). Biophilic design patterns: emerging nature-based parameters for health and well-being in the built environment. *International Journal of Architectural Research: ArchNet-IJAR*, 5(2), 37-54.
- Salingaros, N. A. (2019). Fractal urbanism: Growth and organization of cities in relation to their fractal dimension. *SAGE Open*, 9(1), 2158244019828478.
- Speck, T. (2016). *Biomimetics in architecture: Architecture of life and buildings*. Birkhäuser.
- Thompson, E. (2019). Biomimicry: a pathway to sustainable architecture. *Journal of Green Building*, 14(1), 1-19.
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420-421.

# OPTIMIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA EDUCATIVA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR MEDIANTE EL USO DE MODELOS PREDICTIVOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO: ¿EFECTO DE ESTRATEGIAS O ACCIONES INDIVIDUALES?

---

LUIS MIGUEL GARAY GALLASTEGUI  
*Universidad Católica de Ávila*

RICARDO REIER FORRADELLAS  
*Universidad Católica de Ávila*

## 1. INTRODUCCION

La educación superior se encuentra en un punto de inflexión. En la era de la digitalización y la información, las universidades se enfrentan a desafíos sin precedentes. Las expectativas de los estudiantes y del mercado laboral están cambiando rápidamente, y las instituciones educativas deben adaptarse para seguir siendo relevantes y efectivas (NMC/CoSN, 2020). En este contexto, el aprendizaje automático emerge como una herramienta potencialmente revolucionaria que puede transformar la forma en que las universidades operan y educan a sus estudiantes (Bulger et al., 2021).

El aprendizaje automático es una rama de la inteligencia artificial que se centra en el desarrollo de algoritmos y modelos que permiten a las computadoras aprender de los datos y hacer predicciones o decisiones sin ser programadas explícitamente. En los últimos años, el aprendizaje automático ha demostrado su valor en una variedad de campos, desde la medicina y la biología hasta las finanzas y el marketing (Jordan & Mitchell, 2015). Ahora, su atención se dirige hacia la educación superior, donde tiene el potencial de cambiar la forma en que las universidades

entienden y responden a las necesidades y comportamientos de sus estudiantes.

Este estudio explora la aplicación de modelos predictivos de aprendizaje automático para mejorar los resultados académicos de los estudiantes universitarios. Los resultados académicos son un indicador clave del éxito de los estudiantes y de la calidad de la educación que reciben. Mejorar los resultados académicos no solo beneficia a los estudiantes, sino que también puede mejorar la reputación y el ranking de una universidad, lo que a su vez puede atraer a más estudiantes y financiación (Soria et al., 2021).

Este estudio se centra en particular en el impacto de las estrategias y acciones individuales en los resultados académicos. Las estrategias se refieren a los enfoques generales que las universidades pueden adoptar para mejorar los resultados académicos, como la implementación de nuevas tecnologías de aprendizaje o el soporte académico que se les puede ofrecer. Las acciones individuales, por otro lado, se refieren a las decisiones y comportamientos específicos de los estudiantes que pueden afectar sus resultados académicos, como su nivel de participación en las clases o su uso de los recursos de aprendizaje disponibles (Kahu, 2019).

El aprendizaje automático ofrece una forma poderosa y flexible de explorar la relación entre estas estrategias y acciones y los resultados académicos. A diferencia de los enfoques tradicionales, que a menudo se basan en suposiciones predefinidas y pueden tener dificultades para manejar grandes cantidades de datos, los modelos de aprendizaje automático pueden aprender directamente de los datos, identificando patrones y relaciones que pueden no ser evidentes a simple vista. Además, pueden manejar grandes cantidades de datos y adaptarse a medida que se recogen nuevos datos, lo que los hace particularmente adecuados para el entorno dinámico y complejo de la educación superior (Siemens & Long, 2019). Sin embargo, la aplicación del aprendizaje automático en la educación superior no está exenta de desafíos. La recopilación y el análisis de datos sobre los estudiantes plantean importantes cuestiones de privacidad y ética que deben ser cuidadosamente consideradas. Además, los modelos de aprendizaje automático pueden ser difíciles de interpretar y

pueden requerir una considerable experiencia técnica para ser implementados y mantenidos de manera efectiva.

A pesar de estos desafíos, creemos que el potencial del aprendizaje automático para mejorar los resultados académicos es demasiado grande para ser ignorado. Con este estudio, esperamos contribuir a la creciente literatura sobre la aplicación del aprendizaje automático en la educación superior y proporcionar una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas.

### 1.1. EL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO Y LA EDUCACIÓN SUPERIOR

El aprendizaje automático, una rama de la inteligencia artificial, ha demostrado ser una herramienta poderosa para analizar grandes conjuntos de datos y extraer patrones significativos. En el contexto de la educación superior, estas técnicas pueden utilizarse para mejorar la experiencia educativa y los resultados de los estudiantes. Este estudio se basa en la amplia literatura existente sobre el aprendizaje automático y la educación superior, y busca contribuir a este campo emergente de investigación.

Uno de los trabajos más influyentes en este campo es el de Romero y Ventura (2010), que proporciona una visión general de las aplicaciones del aprendizaje automático en la educación. Los autores exploran cómo las técnicas de aprendizaje automático pueden utilizarse para predecir el rendimiento de los estudiantes, personalizar la enseñanza y mejorar la eficacia de los sistemas de gestión del aprendizaje. Este estudio es particularmente relevante para nuestro trabajo, ya que proporciona un marco para entender cómo el aprendizaje automático puede ser aplicado en el contexto educativo.

Romero y Ventura (2010) destacan la capacidad del aprendizaje automático para analizar grandes conjuntos de datos y extraer patrones significativos. Esto es especialmente relevante en el contexto de la educación superior, donde los sistemas de gestión del aprendizaje a menudo recogen grandes cantidades de datos sobre el comportamiento y el rendimiento de los estudiantes. Estos datos pueden ser analizados utilizando técnicas de aprendizaje automático para identificar patrones y

tendencias que pueden ser utilizados para mejorar la enseñanza y el aprendizaje.

Además, Romero y Ventura (2010) discuten cómo el aprendizaje automático puede ser utilizado para personalizar la enseñanza. Al analizar los datos de los estudiantes, los sistemas de aprendizaje automático pueden identificar las necesidades y preferencias individuales de los estudiantes y adaptar la enseñanza en consecuencia. Esto puede llevar a una enseñanza más efectiva y a mejores resultados de aprendizaje para los estudiantes.

Otro aspecto importante del trabajo de Romero y Ventura (2010) es su discusión sobre cómo el aprendizaje automático puede ser utilizado para mejorar la eficacia de los sistemas de gestión del aprendizaje. Los autores argumentan que los sistemas de gestión del aprendizaje pueden beneficiarse enormemente de la incorporación de técnicas de aprendizaje automático, ya que estas técnicas pueden ayudar a estos sistemas a adaptarse y responder a las necesidades de los estudiantes de manera más efectiva.

Además de estos trabajos, también nos inspiramos en la investigación de Tedre et al. (2018), que argumenta que la educación superior debe ser vista como un sistema complejo, y que las técnicas de aprendizaje automático pueden ayudar a entender y navegar esta complejidad. Asimismo, el estudio de Zahedi et al. (2019) proporciona una visión valiosa sobre cómo los modelos predictivos pueden ser utilizados para identificar a los estudiantes en riesgo de fracaso académico, lo que puede permitir intervenciones tempranas y efectivas. Finalmente, el trabajo de Han et al. (2020) ofrece una comparación útil de varios métodos de aprendizaje automático para predecir el rendimiento de los estudiantes, lo que nos ayuda a seleccionar el enfoque más adecuado para nuestro estudio.

## 1.2. DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DE LA MINERÍA DE DATOS EDUCATIVOS

La minería de datos educativos es una disciplina emergente que utiliza técnicas de aprendizaje automático para analizar grandes conjuntos de datos educativos. Esta disciplina presenta tanto desafíos como

oportunidades, y es fundamental considerar los aspectos éticos y prácticos de la minería de datos educativos, como la privacidad de los estudiantes y la interpretación de los resultados del modelo.

Uno de los desafíos más significativos en la minería de datos educativos es la privacidad de los estudiantes. Los datos educativos a menudo contienen información personal sensible, y es crucial garantizar que estos datos se manejen de manera segura y responsable. Además, la interpretación de los resultados del modelo puede ser compleja y requiere un alto nivel de habilidad y experiencia.

A pesar de estos desafíos, la minería de datos educativos también ofrece una serie de oportunidades. Por ejemplo, puede proporcionar información valiosa sobre el rendimiento de los estudiantes, lo que puede ayudar a los educadores a identificar áreas de mejora y a desarrollar estrategias de enseñanza más efectivas. Además, los modelos predictivos pueden utilizarse para prever el rendimiento futuro de los estudiantes, lo que puede ser útil para la planificación y la toma de decisiones.

Baker y Yacef (2009) discuten estos desafíos y oportunidades en su trabajo, destacando la importancia de considerar los aspectos éticos y prácticos de la minería de datos educativos. Su trabajo es fundamental para nuestro estudio, ya que buscamos aplicar modelos predictivos de manera responsable y efectiva.

Por otro lado, Dietterich (2000) ofrece una introducción accesible a los métodos de aprendizaje automático. Su trabajo es fundamental para entender los fundamentos teóricos y prácticos del aprendizaje automático, y nos proporciona las herramientas necesarias para aplicar estas técnicas en nuestro estudio.

La minería de datos educativos puede ser una herramienta poderosa para mejorar la educación. Sin embargo, es esencial que se utilice de manera responsable, teniendo en cuenta las consideraciones éticas y prácticas. Con el enfoque correcto, la minería de datos educativos puede proporcionar información valiosa que puede ayudar a mejorar la calidad de la educación y a mejorar el rendimiento de los estudiantes.



### 1.3. APLICACIÓN DE MODELOS PREDICTIVOS EN LA EDUCACION SUPERIOR

La aplicación de modelos predictivos en la educación superior ha ganado cada vez más atención en los últimos años debido a su potencial para mejorar la experiencia educativa y los resultados de los estudiantes. Estos modelos utilizan técnicas de aprendizaje automático para analizar grandes conjuntos de datos y extraer patrones significativos que pueden ayudar en la toma de decisiones y en la identificación de áreas de mejora. En este subapartado, exploraremos la aplicación de modelos predictivos específicos en la educación superior y destacaremos algunos estudios relevantes en el campo.

Gartner et al. (2020) argumentan que la aplicación de modelos predictivos en la educación superior puede tener un impacto significativo en la identificación temprana de estudiantes en riesgo de fracaso académico. Estos modelos pueden analizar datos históricos de los estudiantes, como calificaciones, asistencia y participación, y predecir el rendimiento futuro con una precisión razonable. Al identificar a los estudiantes en riesgo, las instituciones educativas pueden intervenir de manera oportuna y proporcionar el apoyo necesario para mejorar sus resultados académicos.

Además, la literatura existente ofrece una serie de estudios relevantes que exploran la aplicación de modelos predictivos en la educación superior. Por ejemplo, el estudio de Arnold y Pistilli (2012) se centra en el uso de modelos predictivos para identificar a los estudiantes en riesgo de fracaso académico. Utilizando técnicas de aprendizaje automático, los autores desarrollaron un modelo que analiza datos académicos, socioeconómicos y demográficos para predecir el riesgo de abandono escolar. Este enfoque permite a las instituciones educativas dirigir sus recursos hacia los estudiantes que más lo necesitan.

Otro estudio relevante es el de Dekker, Pechenizkiy y Vleeshouwers (2009), quienes aplicaron modelos de árboles de decisión para predecir el rendimiento de los estudiantes en la educación superior. Utilizando variables como la asistencia a clases, el tiempo dedicado al estudio y la participación en actividades extracurriculares, desarrollaron un modelo

que proporciona información sobre los factores que influyen en el rendimiento estudiantil. Esto permite a las instituciones educativas identificar áreas de mejora y diseñar estrategias específicas para optimizar la experiencia educativa.

Además, el estudio de Kotsiantis, Pierrakeas y Pintelas (2003) se centra en la comparación de varios métodos de aprendizaje automático para predecir el rendimiento de los estudiantes en cursos a distancia. Los autores compararon algoritmos como los k-vecinos más cercanos, las redes neuronales y los árboles de decisión, y evaluaron su efectividad en términos de precisión y eficiencia. Esta comparación ayuda a identificar qué métodos son más adecuados para la predicción del rendimiento estudiantil en entornos de educación a distancia.

En las siguientes secciones, describiremos en detalle la metodología que utilizamos para desarrollar nuestro modelo de aprendizaje automático, presentaremos los resultados de nuestro estudio y discutiremos las implicaciones de nuestros hallazgos para la educación superior. A través de la aplicación de modelos predictivos, buscamos contribuir a la mejora de la experiencia educativa y los resultados de los estudiantes, aprovechando el potencial del aprendizaje automático en este campo en constante evolución.

## 2. OBJETIVOS

El presente estudio tiene como objetivo principal resaltar los elementos fundamentales que deben considerarse al desarrollar un modelo de aprendizaje automático con el propósito de mejorar los resultados académicos de los estudiantes en el ámbito de la educación superior. Con este propósito en mente, nos enfocamos en los siguientes objetivos específicos:

- Identificar los componentes esenciales que deben ser tomados en cuenta por un modelo de aprendizaje automático para realizar una clasificación precisa de los estudiantes y predecir sus resultados académicos.

- Analizar el impacto de diversas estrategias y acciones individuales en el rendimiento académico y la participación de los estudiantes en el sistema educativo.
- Proponer mejoras con el fin de optimizar la pedagogía y enriquecer la experiencia de aprendizaje de los estudiantes en la educación superior, con un enfoque en la mejora de sus resultados académicos.

Al abordar estos objetivos, buscamos contribuir al desarrollo de enfoques más efectivos y personalizados en el ámbito educativo, brindando a los profesionales de la educación y a las instituciones herramientas prácticas para mejorar la calidad de la enseñanza y promover el éxito académico de los estudiantes en la educación superior. A través de un análisis exhaustivo y una evaluación crítica de los factores clave y las acciones individuales en el contexto del aprendizaje automático, pretendemos aportar recomendaciones concretas para mejorar los resultados académicos y fomentar un entorno educativo enriquecedor y exitoso para los estudiantes.

### 3. METODOLOGIA

En este estudio, implementamos una metodología para optimizar la oferta educativa y renovar los modelos pedagógicos mediante la creación de un modelo predictivo fundamentado en técnicas de aprendizaje automático. Para comenzar, recolectamos y analizamos datos significativos de los estudiantes, incluyendo su rendimiento académico, intereses y habilidades (Tabla 1).

En paralelo, realizamos un análisis pormenorizado de los testimonios de los alumnos. En este análisis, el campo libre de cada transcripción se codificó con el programa de software MAXQDA para entender cada caso como una entidad autónoma (Eisenhardt, 1989). Se mantuvo el contexto original de estos testimonios codificando palabras, frases, oraciones o párrafos completos (Miles et al., 2018; Miles y Huberman 1994). Posteriormente, se llevó a cabo un análisis cruzado para entender la lógica de replicación en un estudio de múltiples casos (Yin, 2018).

Para llevar a cabo este estudio, se aplicará el proceso CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining). Este proceso, ampliamente aceptado en la industria, consta de seis fases: comprensión del negocio, comprensión de los datos, preparación de los datos, modelado, evaluación y despliegue. A continuación, se detalla cada fase en el contexto de la mejora del rendimiento académico de los estudiantes universitarios:

1. **Comprensión del negocio:** Esta fase inicial implica entender los objetivos y requisitos del proyecto desde una perspectiva empresarial, y luego convertir este conocimiento en una definición de problema de minería de datos y un plan preliminar. En nuestro caso, el objetivo es mejorar los resultados académicos de los estudiantes universitarios utilizando modelos predictivos de aprendizaje automático. El problema de minería de datos, por lo tanto, es cómo utilizar los datos disponibles sobre los estudiantes y su rendimiento académico para entrenar un modelo que pueda predecir con precisión los resultados académicos futuros.
2. **Comprensión de los datos:** La segunda fase implica recoger los datos necesarios para el proyecto y familiarizarse con ellos, utilizando herramientas de análisis para identificar la calidad de los datos, las distribuciones de las variables y las relaciones entre ellas. En nuestro caso, los datos provienen de la tabla proporcionada, que incluye información sobre la motivación de los estudiantes, la calidad de la enseñanza, la aplicabilidad de los conocimientos, la participación, el plan de estudios y la variedad, el acceso a recursos y tecnología, el apoyo y la orientación académica, y los resultados académicos.
3. **Preparación de los datos:** Esta fase implica limpiar y transformar los datos para que puedan ser utilizados en el modelado. Esto puede incluir la eliminación de datos faltantes o erróneos, la transformación de variables categóricas en numéricas, y la creación de nuevas variables a partir de las existentes. En nuestro caso, los datos proporcionados ya están en un formato adecuado para el modelado, por lo que esta fase se centrará en la

verificación de la calidad de los datos y la preparación de los conjuntos de entrenamiento y prueba.

4. **Modelado:** En esta fase, se selecciona y aplica una técnica de modelado adecuada a los datos preparados. En nuestro caso, utilizaremos un modelo de aprendizaje supervisado basado en un árbol de decisión. Los árboles de decisión son una técnica popular en el aprendizaje automático que puede manejar tanto datos categóricos como numéricos y proporcionar resultados que son relativamente fáciles de interpretar.
5. **Evaluación:** Esta fase implica evaluar el modelo en términos de su precisión y relevancia para los objetivos del negocio. En nuestro caso, evaluaremos nuestro modelo utilizando una matriz de confusión, que proporciona una medida clara y concisa de la precisión del modelo, así como de su tasa de falsos positivos y falsos negativos.
6. **Despliegue:** La última fase del proceso CRISP-DM implica implementar el modelo en el entorno operativo, planificar su mantenimiento a largo plazo y medir su rendimiento con respecto a los objetivos del negocio. En nuestro caso, si el modelo demuestra ser efectivo en la fase de evaluación, planeamos implementarlo en el entorno educativo para ayudar a predecir y mejorar los resultados académicos de los estudiantes.

**TABLA 1. Descripción datos empleados**

CÓDIGO CONSTRUCTOR	CONSTRUCTOR	HEURÍSTICA	IMPORTANCIA HEURÍSTICA	DETALLE
P1	Motivación	Evaluar el nivel de motivación de los alumnos en relación a su carrera/universidad.	La motivación es un factor clave para el compromiso y el éxito académico de los alumnos.	¿Qué tan motivado te sientes al estudiar esta carrera/universidad? (Escala de 1 a 5, donde 1 es "nada motivado" y 5 es "muy motivado").
P2	Calidad de enseñanza	Evaluar la percepción de los alumnos sobre la efectividad de los profesores en la transmisión de contenidos académicos.	La calidad de enseñanza tiene un impacto directo en el aprendizaje y la comprensión de los alumnos.	¿Consideras que los profesores transmiten de manera efectiva los contenidos académicos? (Opciones de respuesta: Sí/No).
P3	Aplicabilidad de los conocimientos	Determinar si los alumnos perciben que los conocimientos adquiridos en sus estudios son aplicables en su futuro profesional.	La aplicabilidad de los conocimientos es fundamental para la preparación de los alumnos para su futuro profesional.	¿Crees que los conocimientos adquiridos en tus estudios tienen una aplicación práctica en tu futuro profesional? (Opciones de respuesta: Sí/No/No estoy seguro).
P4	Participación activa	Evaluar el nivel de participación activa de los alumnos en actividades académicas extracurriculares relacionadas con su campo de estudio.	La participación activa en actividades académicas complementarias puede enriquecer la experiencia de aprendizaje y fomentar el desarrollo de habilidades adicionales.	¿En qué medida participas en actividades académicas extracurriculares relacionadas con tu campo de estudio? (Escala de 1 a 5, donde 1 es "nunca participo" y 5 es "participo activamente").
P5	Plan de estudios y variedad	Evaluar si los alumnos perciben que el plan de estudios ofrece una variedad de asignaturas y oportunidades de especialización acordes a sus intereses y objetivos.	Un plan de estudios estructurado y variado brinda opciones de aprendizaje adaptadas a los intereses y objetivos individuales de los alumnos.	¿Consideras que el plan de estudios ofrece una variedad de asignaturas y oportunidades de especialización acordes a tus intereses y objetivos? (Opciones de respuesta: Sí/No/No estoy seguro).
P6	Acceso a recursos y tecnología	Evaluar la percepción de los alumnos sobre la accesibilidad y disponibilidad de los recursos académicos como bibliotecas, laboratorios, herramientas tecnológicas y plataformas de aprendizaje en línea.	El acceso a recursos y tecnología adecuados facilita el proceso de aprendizaje y el desarrollo de habilidades necesarias en la educación actual.	¿Qué tan accesibles y disponibles consideras los recursos académicos como bibliotecas, laboratorios, herramientas tecnológicas y plataformas de aprendizaje en línea? (Escala de 1 a 5, donde 1 es "poco accesibles" y 5 es "muy accesibles").
P7	Apoyo y orientación académica	Evaluar la percepción de los alumnos sobre el respaldo y la orientación académica brindados por el personal de la universidad (tutores, asesores, profesores) para tomar decisiones informadas sobre su trayectoria académica.	El apoyo y la orientación académica son fundamentales para que los alumnos tomen decisiones informadas y se sientan respaldados en su trayectoria académica.	¿Sientes que recibes un adecuado respaldo y orientación académica por parte del personal de la universidad (tutores, asesores, profesores) para tomar decisiones informadas sobre tu trayectoria académica? (Opciones de respuesta: Sí/No/No estoy seguro).
P8	Mejora rendimiento académico	Evaluar el nivel de mejora del rendimiento académico de los alumnos con sus estudios universitarios.	El rendimiento académico refleja el resultado de la experiencia global de los alumnos en sus estudios universitarios.	En general, ¿cómo estimas que las anteriores variables en su conjunto impactan en tu mejora del rendimiento académico hasta ahora? (Escala de 1 a 5, donde 1 es "muy poco" y 5 es "muy elevado impacto").

Fuente: Elaboración propia

## 4. RESULTADOS

Una vez que el modelo de árbol de decisión se entrenó utilizando los datos proporcionados, se procedió a evaluar su rendimiento. Para ello, se utilizó la matriz de confusión, una herramienta que permite visualizar el rendimiento de un algoritmo de aprendizaje supervisado. La matriz de confusión muestra la cantidad de verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos positivos y falsos negativos que el modelo produjo al comparar las predicciones del modelo con los resultados académicos reales de los estudiantes.

Los resultados de la matriz de confusión (Tabla 2) indicaron que el modelo de árbol de decisión fue capaz de predecir con precisión los resultados académicos de los estudiantes en la mayoría de los casos. A continuación, se presentan los datos concretos obtenidos:

- Precisión del modelo: 0.9
- Precisión ponderada (precisión): 0.905
- Recall ponderado (recall): 0.9

La precisión del modelo fue del 90%, lo que significa que el 90% de las predicciones realizadas por el modelo fueron correctas. Esto demuestra la capacidad del modelo para clasificar correctamente a los estudiantes en categorías de mejora académica.

La matriz de confusión proporciona información adicional sobre el desempeño del modelo. En ella se observa que el modelo fue capaz de identificar correctamente a los estudiantes con una mejora académica muy alta, alta y media. Sin embargo, se observó una cierta dificultad en clasificar a los estudiantes en las categorías de baja y muy baja mejora académica.

**TABLA 2.** Matriz de confusión

Matriz de Confusión:

	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
Muy alta	10	0	0	0	0
Alta	0	10	3	1	0
Media	0	1	10	0	0
Baja	0	0	0	15	0
Muy baja	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados sugieren que el modelo de árbol de decisión puede ser una herramienta efectiva para ayudar a las universidades a identificar a los estudiantes que pueden estar en riesgo de rendimiento académico bajo y a implementar intervenciones para ayudar a estos estudiantes a mejorar.

Además, los resultados del modelo también proporcionaron algunas ideas interesantes sobre los factores que pueden influir en los resultados académicos de los estudiantes. Por ejemplo, el modelo sugiere que la motivación del estudiante, la calidad de la enseñanza y la participación pueden ser factores clave en la determinación de los resultados académicos. Estos hallazgos pueden ayudar a las universidades a desarrollar estrategias más efectivas para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

## 5. DISCUSIÓN

En este estudio, se implementó una metodología integral basada en técnicas de aprendizaje automático para optimizar la oferta educativa y renovar los modelos pedagógicos en el ámbito de la educación universitaria. La metodología se dividió en seis fases, siguiendo el proceso CRISP-DM: comprensión del negocio, comprensión de los datos, preparación de los datos, modelado, evaluación y despliegue.

Durante la fase de comprensión del negocio, se establecieron los objetivos y requisitos del proyecto desde una perspectiva empresarial. El objetivo principal era mejorar los resultados académicos de los estudiantes universitarios utilizando modelos predictivos de aprendizaje



automático. El problema de minería de datos consistía en utilizar los datos disponibles sobre los estudiantes y su rendimiento académico para entrenar un modelo que pudiera predecir con precisión los resultados académicos futuros.

En la fase de comprensión de los datos, se recopilaron datos significativos de los estudiantes, incluyendo su participación académica y relaciones con la didáctica entre otros. Además, se realizó un análisis pormenorizado de los testimonios de los alumnos utilizando herramientas de codificación y análisis cruzado. Este análisis permitió comprender la lógica de replicación en un estudio de múltiples casos y obtener información valiosa sobre la experiencia educativa de los estudiantes.

La preparación de los datos fue una etapa esencial para garantizar la calidad y adecuación de los datos al modelado. Se realizaron tareas de limpieza y transformación de los datos, como la eliminación de datos faltantes o erróneos, la transformación de variables categóricas en numéricas y la creación de nuevas variables.

En la fase de modelado, se seleccionó y aplicó un modelo de aprendizaje supervisado basado en un árbol de decisión. Los árboles de decisión son conocidos por su capacidad para manejar tanto datos categóricos como numéricos y proporcionar resultados interpretables. El modelo se entrenó utilizando los datos preparados y se evaluó su rendimiento utilizando una matriz de confusión.

Los resultados de la matriz de confusión indicaron que el modelo de árbol de decisión fue capaz de predecir con precisión los resultados académicos de los estudiantes en la mayoría de los casos. Se obtuvo una precisión del modelo del 90%, lo que significa que el 90% de las predicciones realizadas por el modelo fueron correctas. Además, se calculó una precisión ponderada (precisión) y un recall ponderado (recall) de 0.905 y 0.9 respectivamente. Estas cifras refuerzan la capacidad del modelo para clasificar correctamente a los estudiantes en categorías de mejora académica.

Si bien el modelo demostró ser efectivo en la clasificación de estudiantes con una mejora académica alta y media, se observó una cierta dificultad en clasificar correctamente a los estudiantes en las categorías de baja y

muy baja mejora académica. Este resultado sugiere que se pueden realizar mejoras adicionales al modelo para aumentar su capacidad de distinguir con mayor precisión entre estos niveles de mejora académica más bajos.

Además de los resultados obtenidos, el modelo proporcionó información interesante sobre los factores que pueden influir en los resultados académicos de los estudiantes. Se destacó la importancia de la motivación del estudiante, la calidad de la enseñanza y la participación como factores clave en la determinación de los resultados académicos. Estos hallazgos pueden ser utilizados por las universidades para desarrollar estrategias más efectivas que mejoren el rendimiento académico de los estudiantes.

En general, la metodología implementada en este estudio ha demostrado ser eficaz para abordar los desafíos en el ámbito de la educación universitaria y utilizar modelos predictivos de aprendizaje automático como herramientas de apoyo. Sin embargo, existen oportunidades para futuras investigaciones y mejoras.

## 6. CONCLUSIONES

En conclusión, este estudio ha demostrado que la implementación de una metodología basada en técnicas de aprendizaje automático puede ser efectiva para mejorar los resultados académicos de los estudiantes universitarios. El modelo de árbol de decisión utilizado en este estudio ha demostrado una precisión del 90% en la predicción de los resultados académicos de los estudiantes.

Los resultados obtenidos indican que el modelo puede ser una herramienta efectiva para identificar a los estudiantes en riesgo de rendimiento académico bajo y permitir la implementación de intervenciones tempranas para mejorar sus resultados. Además, se ha identificado la importancia de la motivación del estudiante, la calidad de la enseñanza y la participación como factores clave en la determinación de los resultados académicos.

Para futuras investigaciones, se sugiere explorar y comparar diferentes técnicas de aprendizaje automático, como redes neuronales o algoritmos

de clasificación avanzados, con el objetivo de mejorar aún más la precisión en la clasificación de estudiantes con baja y muy baja mejora académica.

Asimismo, sería beneficioso ampliar el conjunto de datos utilizado, incluyendo información adicional sobre el contexto socioeconómico de los estudiantes, su entorno familiar y otros factores que puedan influir en su rendimiento académico. Esto permitiría un análisis más completo y enriquecedor de los factores que influyen en los resultados académicos y proporcionaría una base sólida para el desarrollo de intervenciones y políticas educativas efectivas.

En resumen, la metodología implementada ha demostrado su utilidad y se ha identificado el potencial de mejora en la precisión del modelo y la inclusión de variables adicionales para un análisis más completo. Estas líneas de trabajo futuras tienen el objetivo de continuar avanzando en el ámbito de la educación y promover estrategias más efectivas para el éxito académico de los estudiantes universitarios.

## 7. REFERENCIAS

- Arnold, K. E., & Pistilli, M. D. (2012). Course signals at Purdue: Using learning analytics to increase student success. In Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK'12) (pp. 267-270).
- Baker, R. S., & Yacef, K. (2009). The state of educational data mining in 2009: A review and future visions. *Journal of Educational Data Mining*, 1(1), 3-17.
- Bulger, M., Mayer, R., & Almeroth, K. (2021). Predicting student engagement, satisfaction, and performance in online courses. *Journal of Educational Data Mining*, 13(1), 1-26.
- Dekker, G. W., Pechenizkiy, M., & Vleeshouwers, J. M. (2009). Predicting student performance in web-based distance learning using survival analysis. *IEEE Transactions on Education*, 52(4), 526-538.
- Dietterich, T. G. (2000). Ensemble methods in machine learning. Multiple classifier systems, 1857, 1-15.
- Han, H., & Trimi, S. (2022). "Cloud Computing-based Higher Education Platforms during the COVID-19 Pandemic".

- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260.
- Kotsiantis, S., Pierrakeas, C., & Pintelas, P. (2003). Preventing student dropout in distance learning using machine learning techniques. In *Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'03)* (pp. 6-10).
- NMC/CoSN. (2020). *Horizon Report: 2020 Higher Education Edition*. The New Media Consortium.
- Romero, C., & Ventura, S. (2010). Educational data mining: A review of the state of the art. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 40(6), 601-618.
- Tedre, M., Toivonen, T., Kahila, J., Vartiainen, H., Valtonen, T., Jor-manainen, I., & Pears, A. (2021). "Teaching Machine Learning in K-12 Computing Education: Potential and Pitfalls".
- Zahedi, L., Mohammadi, F. G., Rezapour, S., Ohland, M. W., Amini, M. H., & Brown, D. J. (2021). "Search Algorithms for Automated Hyper-Parameter Tuning".

## PROGRAMA DE FORMACIÓN DE ENFOQUE DE NEUROEDUCACIÓN PARA FAVORECER LA IMAGINACIÓN CREATIVA EN JÓVENES

---

CARMEN NAYIBE ROMERO PALACIOS  
*Universidad Americana de Europa UNADE*

### 1. INTRODUCCIÓN

Desde la pertinencia de esta propuesta doctoral se pretende ver una mirada trasversalizadora de cómo a partir del enfoque de la neuroeducación se logra fortalecer la imaginación creativa en jóvenes de la institución educativa Monseñor Ramón Arcila, distrito de Aguablanca al oriente de la ciudad de Cali -Colombia.

Es así como la neurociencia acompañada de la creatividad como una expresión libre que construye un pensamiento crítico le permite a los jóvenes pensarse en nuevas proyecciones con estilos de vidas innovadoras, y desarrollarse como seres humanos altamente competitivos; los jóvenes, con una mirada inclusiva e innovadora, los lleva a incrementar sus desempeños, competencias y habilidades en su interacción con los diferentes contextos (personal, familiar, educativo, social) esto incidiendo de manera directa en sus labores cotidianas y de desarrollo profesional, laboral, “En consecuencia las habilidades no son más que la capacidad de realizar algo de manera correcta, esto es, la forma en que se selecciona, utiliza y se lleva a la práctica el conocimiento en diferentes circunstancias” (Villaseñor, 2018)

.Es significativo resaltar el potencial creativo que desde la neurociencia se pueden permitir, esto conlleva a dar tres grandes sentidos tales como el ingenio, percepción a la transformación y el realismo de la vida, de las cosas, la curiosidad que va más allá de querer saber o conocer, permitiéndoles visionar de manera constructiva y original cada respuesta y

cada resultado; desde la neurociencia no obstante permite detectar rasgos de personalidad que le dan al individuo la oportunidad de desarrollarse como ser humano de manera integral, dando sentido a la importancia de la creatividad en la vida de los jóvenes y el fortalecimiento a partir de la neurociencia .

El desarrollo de esta propuesta de investigación pedagógica se realiza con una metodología -cualitativa -descriptiva, basada desde la observación del individuo, de estudios de caso. Permitiéndole expresarse de un modo flexible y reflexivo e innovador, entendiéndose que la creatividad también está ligada a las emociones.

La neurociencia y el sentido creativo en jóvenes con relación a sus aprendizajes con lleva a entender la trascendencia que puede tener en la vida del ser humano, y su impacto para el desarrollo de su vida laboral y personal, entendiendo que las diferentes perspectivas se dan de manera globalizadas, y holísticas en tanto al desarrollo creativo y del aprendizaje, con diseños didácticos que muestren elementos puntuales para el desarrollo de habilidades, competencias pertinentes y necesarias para la vida y sus desempeños es importante que los jóvenes de hoy muestren una actitud y actitudes que los vincule al mundo social y laboral de manera determinante, y que esta interacción se permita diseñar pensamientos críticos, generador de ideas, de grandes soluciones, un alta autoestima, y un pensamiento convergente.

Por ultimo mediante el desarrollo de esta propuesta doctoral estableceremos que la incorporación de la neurociencia y la creatividad en los aprendizajes pedagógicos del ser humano se pueden crear entornos creativos, así como el uso de herramientas y estrategias metacognitivas, didácticas, inclusivas e innovadoras y darle la funcionalidad de tal modo que permita fortalecer la imaginación creativa de los estudiantes, canalizar sus oportunidades de vida desde los contexto en el que interactúa, y canalizar la significancia de sus aprendizajes para su desarrollo integral . Esto nos hace entender que los estudiantes y/o jóvenes se enfrentarán cada día a diversas situaciones de sus diferentes contextos y deberán enfrentar infinidad de momentos donde deberá poner a prueba sus aprendizajes, conocimientos y habilidades.

## 1.1. CARACTERIZACIÓN DEL GRUPO POBLACIONAL OBJETO DE LA PROPUESTA

características generales:

Crecimiento, desarrollo sexual, Construcción de su identidad, Necesidad de independencia ' Buscan pertenecer al grupo. ' Evolución del pensamiento concreto al abstracto ' Contradicciones en su conducta y cambios de estado de ánimo. ' Conflicto con los padres ' Analíticos y formulan hipótesis, ' Llegan a conclusiones propias ' Les importa el prestigio ' Egocéntricos ' Desconsiderados con la familia. ' Sostienen los ideales del líder del grupo. ' El yo del adolescente se defiende, transforma: amor, odio; dependencia-rebelión; respeto y admiración. ' Actúan diferentes las y los adolescentes.

Capacidad de manejo de información. mayor amplitud de conocimientos en distintos dominios, mayor habilidad para construir nuevas combinaciones de conocimientos, mayor uso espontáneo de estrategias o procedimientos para aplicar y adquirir conocimientos, identifican y ubican el problema, presentan solución.

Según la organización mundial de la salud OMS los determinantes biológicos en la edad adolescente (que abarca desde los 10 hasta los 19 años -etapa joven) son universales; en cambio, la duración y las características propias de este periodo pueden variar a lo largo del tiempo, entre unas culturas y otras, y dependiendo de los contextos socioeconómicos.

## 1.2. CAMBIOS EMOCIONALES Y SOCIALES

Pensamiento abstracto, tranquilidad intelectual, organización de los conocimientos adquiridos, buena capacidad de memorización, le interesa investigar todo y aprender, trabajar y participar, a las adolescentes, les gusta agrandar a los demás y en ellos les gusta ser aprobados.

La ley 115 de 1994: Define la educación como un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes,

Así mismo en su artículo 67, menciona como objetivo que la educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura. De esta población se destaca que el mayor número de estudiantes viven en las comunas 13 y 14, lo cual representa el 90.63% en los estratos 1, y 2,

#### 1.2.1. Problematización:

valoración de los aprendizajes y competencias socioemocionales

Se observa en los adolescentes y jóvenes estudiantes de grado once que su visión del mundo depende en buena medida de los medios de comunicación, que por décadas se han encargado de transmitir y construir percepciones sociales acordes a los intereses dominantes. manifestándose en sus actitudes que asumen en las actividades grupales, creándose conflictos en la participación y dificultándose las buenas relaciones socioafectivas entre pares. Así mismo su proyección al mundo proactivo social y profesional en este sentido nuestra pregunta problematizadora permite pensarnos ¿si desde la neurociencia acompañada de la creatividad como una expresión libre que construye un pensamiento crítico les permite a los jóvenes pensarse en nuevas proyecciones con estilos de vidas innovadoras, y desarrollarse como seres humanos altamente competitivos, con una mirada inclusiva e innovadora? Permittiéndonos diseñar actividades socioemocionales, creativas desde la neuroeducación que conlleven a aprendizajes significativos y metacognitivos, así mismo es pertinente darle atención al ser, conocimiento y reconocimiento de las propias emociones, que las expresen desde su yo, su ser, y hacer.

En este mismo orden las docentes de aula presentan la situación que de 30 estudiantes 10 reflejan actitudes de riesgo que constituyen condiciones y aspectos biológicos, psicológicos y sociales que está asociada a una mayor probabilidad de fracaso personal y profesional,

Dentro de las competencias para la vida y sus proyectos de vida personal y laboral las docentes vienen trabajando para mejorar esta situación sin embargo es pertinente enfatizar más en las relaciones interpersonales sus proyecciones presentes, intereses personales y profesionales,



fundamentar en los estudiantes la idea del Ser sociable, empático, asertivo, el cual se relaciona mediante momentos y actividades socioafectivas que evidencien un cambio en su comportamiento, actitudes que los impulse al logro de sus metas y fines formativos como desarrollo innovador para su desarrollo íntegro personal, familiar, profesional y social.

#### Propósitos de la propuesta

Esta propuesta pedagógica beneficia a estudiantes de 15 a 20 años de edad generando espacios pedagógicos donde los adolescentes- jóvenes de la IE Monseñor Ramón Arcila aprendan a interactuar con su contexto de manera asertiva y permitirse desarrollar sus competencias sicosociales asociadas a sus habilidades para la vida, su desarrollo como persona íntegra y su ser profesional, de igual manera mejorar sus relaciones interpersonales, y una sana convivencia en sus contextos.

#### Justificación

Es importante fundamentarse en la sensibilización del estudiante de grado once, adolescentes y jóvenes desde su Ser y su entorno, mediante actividades recreativas, innovadoras, lúdicas, transversalizadas y aplicando técnicas pedagógicas para su participación, logrando trascender en su cambio de actitud frente a las relaciones interpersonales con sus pares y el compartir como medio de relación, e interacción, creando así relaciones adecuadas con su medio, por tal razón esta propuesta está proyectada a trabajar su Ser socioemocional desde la neuroeducación y su imaginación creativa -, a generar espacios que fortalezcan su modo de compartir proyectándose para la vida, fundamentándose en la convivencia y en todos los ámbitos, familiares, escuela, amigos y sociales;

Siempre dirigido a potenciar sus recursos personales permitiéndoles alcanzar su propio bienestar, y el bienestar en común.

Esta propuesta pedagógica y didáctica es pertinente para desarrollar con estudiantes desde grado noveno ayudando a enriquecer sus expresiones físicas y emociones generando comportamientos armoniosos, manejo de emociones, en el trato con sus compañeros, en sus expresiones de ideas su escuchar y ser escuchado, y en general su proyecto de vida.

## 2. IMPLEMENTACIÓN

### Fundamentos conceptuales de la propuesta

Programa de formación de enfoque de neuroeducación para favorecer la imaginación creativa en jóvenes

es una propuesta pedagógica, didáctica, innovadora, inclusiva que permite desarrollar en los adolescentes-jóvenes habilidades socioemocionales para la vida, y competencias en los diferentes contextos con los que interactúa (familiar, escolar, social) en los que se encuentre, además de una sana convivencia y asertiva comunicación con las demás personas, desde la neuroeducación y su imaginación creativa como proyección profesional. Esta estrategia pedagógica, didáctica y de inclusión se desarrollará en contextos abiertos y cerrados como son el aula de clase, el patio o espacio de juegos, sus hogares (actividades para la casa) con la orientación del docente de aula, y apoyo de la familia en cada caso, personas responsables de las diferentes actividades y procesos.

### 2.1. OBSTÁCULOS A LA TENDENCIA SOCIAL DEL ADOLESCENTE -JOVEN

Familias disfuncionales, deserción escolar, consumo de alcohol y drogas, embarazo, desigualdad de oportunidades, condiciones ambientales insalubres, marginales y poco seguras, autoflagelación, inadecuado manejo de emociones.

Dificultad de integración a grupos escolares (sociales), acondicionando grandemente sus relaciones con el contexto inmediato, sus progenitores y pares; es así que cuando los padres, y el contexto interactuante con el joven -adolescente no brindan ayuda en estas circunstancias su sensibilidad y su tendencia social se ve grandemente afectada, sus oportunidades profesionales-personales.

La forma como se resuelva en estas situaciones le permitirá tener la capacidad de resolverlo en sus relaciones socioemocionales, interpersonales con su grupo escolar y con otros grupos y personas, por tal motivo es de gran pertinencia, permitirle aprender y avanzar.

## 2.2. APRENDER A SER

Más que nunca, la función esencial de la educación es propiciar en todos los seres

humanos la libertad de pensamiento, de juicio, de sentimientos y de imaginación que se necesitan para que sus talentos alcancen la plenitud y de esta manera puedan ser artífices, en la medida de lo posible, de su destino. Este desarrollo del ser humano desde toda su vida, son etapas que comienza por el conocimiento de sí mismo, a través de las relaciones con los demás; de la individualización en la socialización.

En todo caso Filella et al. (2002) refiere que educar emocionalmente desde la niñez debe ser un proceso de aprendizaje activo continuo localizado, que a su vez fortalezca el aprendizaje como complemento importante del metacognitivo, siendo de gran pertinencia para formar estudiantes con personalidades integrales.

### Enseñanza del pensamiento creativo

Para desarrollar la creatividad es imprescindible que nos convenzamos de que cada estudiante es diferente y que hemos de suministrarles el tiempo necesario para pensar y crear su propio espacio personal.

¡Las emociones sí cuentan!

no podemos separar los procesos emocionales de los cognitivos en la toma de decisiones intervienen circuitos neurales que conectan regiones del cerebro que pertenecen al sistema límbico o emocional con la corteza frontal, sede de las llamadas funciones ejecutivas que nos hacen humanos, como el autocontrol, la memoria de trabajo o la flexibilidad cognitiva. En este sentido hay dos tipos de estudios que dan la importancia de estas cuestiones es así que cuando se presentan contextos emocionales diferentes se activan distintas regiones cerebrales (Erk et al., 2003) Ante contextos emocionales negativos se activa la amígdala, sin embargo, ante contextos emocionales positivos lo hace el hipocampo. Y esto sugiere la necesidad imperiosa de generar climas emocionales positivos y seguros en el aula en donde el alumno no tiene miedo a equivocarse, participa de forma activa en el proceso de aprendizaje y coopera, tal

como hemos comprobado en la práctica. Y, por supuesto, en donde existen siempre expectativas positivas sobre su capacidad tanto propias como del profesor, el instrumento didáctico más potente relacionado con las emociones encontramos uno de los factores críticos del aprendizaje: la motivación. Y los estudios en neurociencia demuestran que lo verdaderamente importante es la motivación intrínseca debido a que disponemos de un sistema de recompensa cerebral que conecta las áreas emocionales y cognitivas de nuestro cerebro y que nos permite aprender. Desde esta perspectiva, en el proceso inicial, es imprescindible activar las emociones despertando la curiosidad del alumno para facilitar su atención y con ello el aprendizaje. Para ello es muy importante despertar su interés con actividades relacionadas con contextos reales, suministrar retos adecuados o fomentar el aprendizaje activo del alumno haciéndolo protagonista del mismo. cuanto a la motivación de logro o requerida durante el proceso de aprendizaje, los estudios sugieren que el proceso de aprendizaje sea constructivista, es decir, tengamos en cuenta los conocimientos previos del alumno porque nuestro cerebro aprende a través de la asociación de patrones. Para ello realizamos siempre procesos de evaluación inicial.

Sarah-Jayne Blakemore en “Cómo aprende el cerebro” (2007) refiere que: “No hay duda: la neurociencia es relevante para la educación. Cada vez que aprendes algo nuevo, algo en tu cerebro –probablemente miles de sinapsis– cambia. Como la educación cambia el cerebro, la neurociencia es fundamental para la enseñanza y el aprendizaje”.

Creencias previas sobre algunas cuestiones falsas referidas a la creatividad. Les planteamos los 10 mitos siguientes (Gámez, 1998):

1. Para ser creativo, hay que ser totalmente original.
2. Los artistas y los científicos son las únicas personas creativas.
3. Se necesita un alto coeficiente intelectual para ser creativo.
4. La creatividad significa producir algo tangible.
5. La originalidad es innata.
6. La creatividad es fácil.
7. La creatividad es sólo para los jóvenes.
8. La creatividad es “buena”.
9. Las personas creativas son neuróticas y/o locas.

## 10. Son expertos en todos los temas los genios creativos.

En este sentido la situación socioemocional y de interacción que viven los jóvenes -adolescentes tiene una gran importancia para su desarrollo-aprendizaje, vida adulta, lo cual se verá reflejado en sus vivencias, y en su cotidianidad, en el valor que se den así mismo, a los demás.

Conductas a fomentarse:

- Según Maslow (1954), las características que debe tener una persona son:
- Capacidad de aceptarse así mismo, a los otros y a la naturaleza.
- Profundo sentimiento de identificación y simpatía para con el género humano.
- Capacidad de entablar y ofrecer relaciones interpersonales profundas y gozar de ellas.
- \*Resolver problemas de forma diferente reconociendo sus esfuerzos (Clifford, 2013).
- \*Fomentar el pensamiento divergente a través de las fortalezas características de cada estudiante.
- \*Estimular la curiosidad de los estudiantes para facilitar su aprendizaje a través de estímulos emocionales positivos (la eficacia del pensamiento positivo a través de la autoestima) y que aceptemos con naturalidad el error.
- \*Fomentar y permitir a los estudiantes que hagan preguntas sobre las cuestiones analizadas durante el desarrollo de actividades que permiten su desarrollo integral
- \*Fomentar actos eficaces y de utilidad.
- \*Crear ambientes en el aula que reconozcan la creatividad y contribuyan desde una perspectiva educativa y social, una creatividad general que nos permita vivir inteligentemente (Marina, 2013).

### \*Formulaciones de Havighurst y Erickson

Aprender a expresar, evaluar y considerar los propios sentimientos al relacionarse adecuadamente con otros según el juicio de nuestros colegas o compañeros y su propia percepción.

Aprender a desempeñar roles sociales a lo que se exige para participar en distintos grupos.

Desarrollar la capacidad para desempeñar roles de hijo(a), varón, niña, estudiante, líder o seguidor, capacidad que se pone en evidencia al poder cumplir con las obligaciones inherentes a cada rol.

### Planteamiento del problema

En la IE Monseñor Ramos Arcila se observa en algunos adolescentes - jóvenes que su favorecimiento e imaginación creativa, desde la neuroeducación, sus relaciones interpersonales, son poco claras manifestándose en las actitudes que evidencian frente a las actividades grupales, personales, de aprendizaje, proyección de su proyecto de vida, creándose conflictos desde su ser y dificultando las adecuadas relaciones socioafectivas entre los diferentes contextos con los que se relaciona (familia, Escuela, Sociedad)

### Formulación del problema

¿La neuroeducación favorece la imaginación creativa en jóvenes con cambios de actitud socioemocionales frente a sus relaciones interpersonales, y desarrollo de su proyecto de vida personal y profesional?

### Grupo poblacional

#### Selección del grupo:

La población está conformada por 90 estudiantes entre hombres y mujeres de 15 a 20 años en una jornada estudiantil completa.

La muestra está conformada por 50 estudiantes del grado once, sexo masculino y femenino

## Alcances de usar esta herramienta

Ciertos cambios en aspectos como la autoestima, comunicación, auto-control y relación con sus pares con su mundo interior y exterior. El reconocimiento de las emociones en ellos y en los demás, el respeto que se merecen, mejorando así sus buenas relaciones interpersonales y proyecciones de vida en cada uno de sus aspectos (personal, profesional, familiar, social); se espera evidenciar la presencia del desarrollo de su inteligencia emocional, su imaginación creativa desde la neuroeducación con cada uno de sus contextos, mostrando su alegría, sonrisas, su atención y disposición en la exploración de sus vivencias.

### 3. METODOLOGÍA

El desarrollo de esta propuesta de investigación pedagógica se realiza con una metodología -cualitativa -descriptiva, basada desde la observación del individuo. Permitiéndole expresarse de un modo flexible y reflexivo e innovador, entendiéndose que la creatividad también está ligada a las emociones.

#### Presentación de la estrategia

El programa de formación de enfoque de neuroeducación para favorecer la imaginación creativa en jóvenes es una propuesta pedagógica, didáctica, inclusiva, innovadora, que permitirá desarrollar habilidades socio-emocionales para la vida en los diferentes contextos en los que se encuentren los jóvenes -adolescentes, además de una sana convivencia y asertiva comunicación con las demás personas. ver desde una mirada transversalizadora como a partir del enfoque de la neuroeducación se logra fortalecer la imaginación creativa en jóvenes.

Algunas estrategias en el aula y en espacios abiertos a desarrollar son:

#### Expresión:

Se busca desarrollar la capacidad de exteriorizar sensaciones, emociones, pensamientos y lograrlos compartir en cada momento oportuno

permitiendo desarrollar su habilidad psicosocial e imaginación creativa desde la neurociencia

Comunicación:

Parte desde la comunicación consigo mismo (comunicación individual), con otro, (comunicación interindividual) y con otros (comunicación grupal)-afianzamiento de su proyecto de vida

## 2.2. METODOLOGÍA, MEDIOS Y RECURSOS

¿Cómo vamos a llegar?

Se pretende llegar mediante una metodología participativa activa, descriptiva, que permita

identificar las características del universo de investigación, señalando formas de conductas, comprendiendo la descripción, registro, análisis, e interpretación de la naturaleza actual. observando y teniendo en cuenta las particularidades de cada estudiante para su aprendizaje y desarrollo metacognitivo, e imaginación creativa desde la neurociencia

¿Cómo y cuándo enseñar para promover el fortalecimiento de los aprendizajes y el desarrollo socioemocional de los estudiantes?

El desarrollo de las actividades propuestas será promovido desde inicio del año escolar de manera activa participativa, fortaleciendo el trabajo cooperativo colaborativo, e individual en concordancia con los lineamientos del MEN para el aprendizaje y desarrollo de las competencias y habilidades de los estudiantes de grado once, en este sentido el apoyo de la familia es bastante importante y la observación de sus dinámicas

Medios:

La comunidad académica. la comunidad escolar, la familia, la escuela Sabremos que lo estamos logrando mediante la evidencia las actividades pedagógicas realizadas y desarrolladas con los estudiantes seleccionados mostraran su impacto como un proceso activo durante el transcurrir de los días, cuando en sus interacciones, visualización de su proyecto de



vida, propuestas pedagógicas y desarrollo personal se logre apreciar y observar el reconocimiento de sí mismo y del otro como parte importante del contexto en el que se encuentren, en este sentido sus relaciones interpersonales muestren cambios significativos y adaptados a su diario vivir, sus habilidades en cuanto a proyectarse profesionalmente mediante la neuroeducación y su imaginación creativa impacten en lo previsto .La observación y el seguimiento del docente de aula y de la familia como un ente apoyador será bastante importante en cada momento del proceso de aprendizaje .

¿Qué, ¿cómo y cuándo evaluar para promover el fortalecimiento de los aprendizajes y el desarrollo socioemocional de los estudiantes?

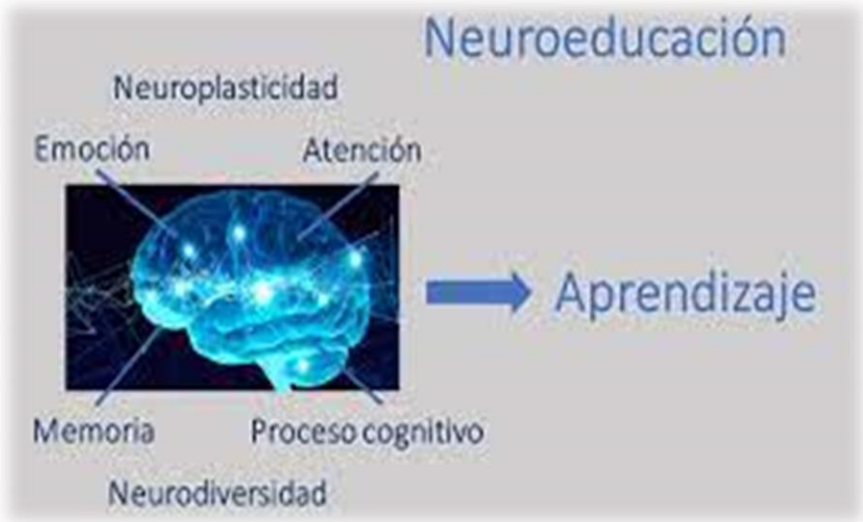
La evaluación debe ser un procesos formativo, flexible, innovador, que se lleve a cabo permitiéndole al estudiante reconocer sus fortalezas y sus dificultades desde diferentes actividades que integren un conocer y saber hacer, en este sentido más que evaluar es enseñar al estudiante a reconocer sus emociones en él y en los otros de manera apropiada y que esta permita evidenciar actitudes positivas, y el disfrute de las diferentes situaciones de aprendizaje dentro y fuera del aula, motivando a su reconocimiento, valor como ser humano, así mismo como el valor ajeno, el reconocimiento de sus propios logros, el desarrollo de la empatía en armonía con el estado emocional de las personas con las que interactúa y se relaciona, el interés y sentido de ayuda por las necesidades de los demás, y comportamientos solidarios, que promuevan la aceptación, la amistad, la autoestima .

### 2.3. PLAN DE ACCIÓN

Esta propuesta pedagógica y didáctica se desarrolla mediante 5 fases:

1. 1-fase de integración
2. 2-Fase de observación
3. 3-Fase de sensibilización
4. 4-Fase de motivación
5. 5-Fase de participación.

**FIGURA 1.**



Fuente: <https://miradorsalud.com/la-neuroeducacion-nos-permitira-redescubrimos/>

**FIGURA 2. La imaginación creativa**



Fuente: [https://edomex.gob.mx/dia\\_creatividad-innovacion](https://edomex.gob.mx/dia_creatividad-innovacion)

Propuesta pedagógica de mejoramiento integral del SER desde la neuroeducación que nos permita desarrollar la imaginación creativa en jóvenes. adolescentes, su desarrollo socioemocional y sus relaciones interpersonales. mediante la realización de actividades trasversalizadas -lúdicas -recreativas y charlas orientadoras, desde una mirada inclusiva.

**TABLA 1. Plan de acción**

Objetivo general	Desarrollar acciones pedagógicas con los estudiantes de grado once, jóvenes -adolescentes que les permita desde la neuroeducación desarrollar su imaginación creativa, valores enmarcadas en su realización como persona, su proyecto de vida personal y profesional dentro de los diferentes contextos y grupos en los que interactúa (la familia, educación, social)
------------------	--

Estrategias y/o actividades
-----------------------------

. Fases	Necesidades y problemáticas identificadas	Propósitos	5. Área de incidencia	6. Estrategia	7. Actividad	8. Aprendizajes esperados
---------	---	------------	-----------------------	---------------	--------------	---------------------------

Programa de formación de enfoque de neuroeducación para favorecer la imaginación creativa en jóvenes
<b>Fase 1 Identificación del estado de los aprendizajes y desarrollos socioemocionales</b>
<b>Fase 2 Diseño e implementación de actividades.</b>
<b>Fase 3 Evaluación, retroalimentación y continuidad.</b>
Falta claridad en los jóvenes con relación a desarrollar la imaginación creativa desde la neuroeducación, manejo de sus emociones y relaciones interpersonales en los diferentes contextos que interactúa. (familia, escuela, sociedad) Se observan rasgos de personalidad inadecuada que no le permiten al joven desarrollarse adecuadamente de manera íntegra desde sus perspectivas de vida personal y profesional, ni le dan la oportunidad, restando importancia a su creatividad y fortalecimiento desde la neuroeducación
Hacer planes de mejoramiento para los estudiantes mediante el análisis de los resultados

Desarrollar en los jóvenes estudiantes competencias y habilidades para la vida desde la neuroeducación, la imaginación creativa desarrollo socioemocional, afectivo, y autoestima
Los jóvenes atiendan la importancia de trascender con relación a su desarrollo personal y vida laboral de una manera holística mediante el fortalecimiento que permite la neuroeducación-neurociencia a su creatividad, e imaginación.
Identificar sus emociones y la de otros, necesidades puntuales con relación a su desarrollo personal, profesional y ser creativo -Gestionar su personalidad, conducta, he impulsividad evitando el rechazo.
Realizar debates y exposiciones con temas de la cotidianidad escolar, creando equipos de trabajo colaborativos, y cooperativos
Evaluar de manera formativa las competencias socioemocionales trabajadas, valores y principios de vida y para la vida fortalecimiento de la autoestima desde las preguntas orientadoras cómo soy? ¿quién soy? quien quiero llegar a ser?, ¿cómo eres ?, ¿cómo somos? Orientar a las familias y hacer reflexión sobre los aprendizajes evidenciados
*Actividades que le permitan transformarse, potencien valores, habilidades sociales y emocionales en los jóvenes, mediante el trabajo del autocontrol, el optimismo la resiliencia desde la neuroeducación para un desarrollo integro de su ser, familiar, personal, profesional, social, y una sana convivencia.

**TABLA 2.** Desarrollo, Intervención y Análisis

### Programa de formación de enfoque de neuroeducación para favorecer la imaginación creativa en jóvenes

1. Objetivo General	Desarrollar acciones pedagógicas con los estudiantes de grado once, jóvenes -adolescentes que les permita desde la neuroeducación desarrollar su imaginación creativa, valores enmarcadas en su realización como persona, su proyecto de vida personal y profesional dentro de los diferentes contextos y grupos en los que interactúa (la familia, educación, social)
---------------------	--

#### **Cronograma**

Fuente: elaboración propia

## 4. PROYECCIONES

Esta propuesta se centra en razones pedagógicas, didácticas desde diferentes ámbitos y contextos, en ayudar a los jóvenes y adolescentes a desarrollar habilidades y competencias para la vida psicosociales desde una mirada innovadora pedagógica didáctica inclusiva en el mejoramiento del ser, su autoestima, fortaleciendo con la neuroeducación -

neurociencia su creatividad y valía, mediado por la empatía, el respeto, la aceptación de sí mismo del otro y su flexibilidad, enfatizando así mismo en valores y proyecciones de vida basado también en la filosofía del enfoque pedagógico constructivo humanista de la IE hacia la construcción crítica de ciudadanía, el cual permite contemplar las peculiaridades que presentan los estudiantes en los diferentes estadios de su desarrollo.

## 5. DISCUSIÓN

esta propuesta pedagógica tiene la posibilidad de ser interdisciplinar, se involucran todas las áreas del conocimiento en desarrollo con el ser, su transversalidad se adhiere a un currículo flexible incluyente permitiendo abarcar la integralidad de los jóvenes desarrollando competencias importantes, su diversidad cultural-democrática, su inclusión como un valor, humanizando su persona, fortaleciendo su ser y autoestima.

## 6. CONCLUSIONES

Aplicar esta propuesta es totalmente viable dado que permite desarrollarse durante el año escolar y en otros contextos como el hogar, se logran involucrar activamente participantes como la familia y sus resultados se ven, se viven, se sienten y se escuchan dentro de un proceso a corto y mediano plazo, dado su pertinencia, su impacto va enfocado en mejorar al ser, su autoestima y valía, su imaginación, creatividad desde los aportes de la neurociencia y la neuroeducación permitirle desarrollar adecuadas relaciones interpersonales en un ánimo de respeto y empatía, orientándolo a una sana convivencia, de inclusión y aceptación tanto del otro como de sí mismo, en la tolerancia, el amor y la paz.

## 8. REFERENCIAS

- Berman M. et al. (2008): “The cognitive benefits of interacting with nature”. *Psychological Science*, 19, 1207-12.
- Roediger III H. & Pyc M. A. (2012): “Inexpensive techniques to improve education: applying cognitive psychology to enhance educational practice”. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition* 1, 242-248.
- “Como enseñar a los alumnos a pensar creativamente”. Nota editorial – Noticias Vida Universitaria. Universia. Portal de las Universidades españolas. España. 03/08/2012.
- Raths, Louis E; Jonas Arthur; Rothstein; Wassermann Selma. “Cómo enseñar a pensar”. Editorial Paidós. Buenos Aires. Argentina. 1999.
- Pasqualino, Roberto Emilio; Imwinkelried, Gloria Elena. “Seminarios de Integración y Aplicación. La importancia de incentivar el pensar. Aportes de la Neuroeducación y la Neuropedagogía”.
- [https://bibliotecadigital.fce.unam.edu.ar/bitstream/handle/bhp/481/Pasqualino%20RE\\_2018\\_Incentivar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.fce.unam.edu.ar/bitstream/handle/bhp/481/Pasqualino%20RE_2018_Incentivar.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- <https://www.educaweb.com/noticia/2019/01/10/neurociencia-aliada-mejorar-educacion-18676/>
- <https://www.teseopress.com/neurociencias/chapter/140/>

