

A futuristic, white and black robot stands in a classroom, holding a glowing blue tablet. The robot has a large, circular eye and a sleek, modern design. The classroom background is blurred, showing wooden desks and chairs.

TRANSFORMANDO LA EDUCACIÓN:

*"Pensamiento computacional
y robótica como motores
de innovación"*

Dykinson, S.L.

EDITORES:

Juan Jesús Gutiérrez-Castillo
Rocío Piñero-Virue
Antonio León-Garrido
Marta Montenegro-Rueda

Editores

JUAN JESÚS GUTIÉRREZ-CASTILLO

ROCÍO PIÑERO-VIRUE

ANTONIO LEÓN-GARRIDO

MARTA MONTENEGRO-RUEDA

Universidad de Sevilla

(Grupo de Investigación Didáctica HUM-390)

**TRANSFORMANDO
LA EDUCACIÓN**

**PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y ROBÓTICA
COMO MOTORES DE INNOVACIÓN**

Dykinson, S.L.

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (art. 270 y siguientes del Código Penal).

Diríjase a Cedro (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con Cedro a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 917021970/932720407

Este libro ha sido sometido a evaluación por parte de nuestro Consejo Editorial
Para mayor información, véase www.dykinson.com/quienes_somos

© Copyright by
Los autores
Madrid, 2025

Editorial DYKINSON, S.L. Meléndez Valdés, 61 – 28015 Madrid
Teléfono (+34) 91544 28 46 – (+34) 91544 28 69
e-mail: info@dykinson.com
<http://www.dykinson.es>
<http://www.dykinson.com>

ISBN: 979-13-7006-057-2
DOI: <https://doi.org/10.14679/4024>

Preimpresión por:
Besing Servicios Gráficos S.L.
besingsg@gmail.com

Colección “Visiones de la tecnología educativa desde España e Iberoamérica”

Directores

Julio Cabero Almenara (Universidad de Sevilla)
M. Paz Prendes Espinosa (Universidad de Murcia)
Julio Ruiz Palmero (Universidad de Málaga)

Comité editorial

Adolfina Pérez i Garcías (Universidad de las Islas Baleares-España)	Jordí Adell Segura (Universitat Jaume I-España)
Alberto Eli Patiño Rivera (Pontificia Universidad Católica del Perú-Perú)	José María Ferenández Batanero (Universidad de Sevilla-España)
Ana María Ortiz Colón (Universidad de Jaén-España)	Juan Manuel Trujillo Torres (Universidad de Granada-España)
Antonio Bartolomé Pina (Universitat de Barcelona-España)	Juan Silva Quiroz (Universidad de Santiago de Chile-Chile)
Beatriz Cebreiro López (Universidad de Santiago de Compostela-España)	Julio Barroso Osuna (Universidad de Sevilla-España)
Carlos Castaño Garrido (Universidad del País Vasco-España)	Luisa María Torres Barzabal (Universidad Pablo Olavide - España)
Carmen Llorente Cejudo (Universidad de Sevilla-España)	Manuel Cebrián de la Cerna (Universidad de Málaga-España)
Fernando Leal Ríos (Universidad Autónoma de Tamaulipas-México)	Manuel Serrano Hidalgo (Universidad de Sevilla-España)
Inmaculada Aznar Díaz (Universidad de Granada-España)	Margarida Lucas (Universidad de Aveiro-Portugal)
Isabel Gutiérrez Porlán (Universidad de Murcia-España)	Marta Lucía Orellana (Universidad Autónoma de Bucaramanga-Colombia)
Ivanovna Milkwaya Cruz Pichardo (Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra- R. Dominicana)	Mercé Gisbert Cervera (Universidad Rovira y Virgili-España)
Jackson Colares da Silva (Universidad del Amazonas- Brasil)	Rosabel Roig Vila (Universidad de Alicante-España)
Jesús Salinas Ibáñez (Universidad de las Islas Baleares-España)	Verónica Marín Díaz (Universidad de Córdoba-España)
	Xavier Carrera Farrán (Universidad de Lleida-España)

La colección “Visiones de la Tecnología Educativa desde España y Latinoamérica”, está impulsada por el “Grupo de Investigación Didáctica” de la Universidad de Sevilla, la asociación “EDUTECH” y el “Instituto Andaluz de Investigación en Tecnología Educativa”. La finalidad de esta colección es contribuir a la divulgación de los hallazgos, reflexiones y prácticas que se están desarrollando en el contexto educativo iberoamericano sobre la Tecnología Educativa y el uso de las tecnologías emergentes, así como sus aplicaciones y potencial en la formación.

PRÓLOGO

Vivimos en una sociedad que está viviendo rápidos cambios, en la que la tecnología ya no es sólo una herramienta para unos pocos, sino que ha pasado a formar parte de la realidad y la vida cotidiana de toda la humanidad.

La educación desempeña un papel fundamental en esta transformación e integración que no puede dejarla de lado. Es en este mismo contexto educativo, en el que la transformación de la educación también debe tener lugar el «Pensamiento Computacional y la Robótica como Motores de Innovación», capaz de generar aprendizajes, retos y oportunidades para los niños y jóvenes que emprenden su camino educativo.

Inspirados en J. Wing (2006), sabemos que el pensamiento computacional proporciona habilidades esenciales para todos los seres humanos, independientemente de su área de especialización, que les ayudarán a ser y a integrarse como un todo en una sociedad digital cada vez más exigente, donde la inteligencia artificial está al alcance de todos. Urge ofrecer oportunidades de aprendizaje diferenciadas, a través de un pensamiento crítico que permita resolver problemas reales, en contacto con conocimientos cada vez más especializados.

Si tenemos la capacidad de aceptar los retos de la inteligencia emocional combinada con la alfabetización informática y los valores humanos que podemos desarrollar a través de la programación, como defiende M. Bers (2022), tendremos entonces la oportunidad de reflexionar sobre cómo se integran las emociones en todo el proceso de aprendizaje. La educación y la escuela son los pilares fundamentales para el desarrollo cognitivo y socioemocional de los niños y jóvenes, permitiéndoles construir un pensamiento crítico y computacional que promueva la resolución de problemas, en un entorno que se espera sea muy colaborativo, motivador, innovador, dinámico, de confianza y emocionalmente estable.

Me gustaría recordarles el primer proyecto de investigación que llevé a cabo en el área del pensamiento computacional, la programación y la robótica, en Portugal, en contexto de jardín de infancia entre 2015 y 2018, el Kids Media Lab. Al tratarse de un proyecto innovador, que llegó a las edades más tempranas, sus actividades en un contexto nacional en Portugal tuvieron un gran impacto. Educadores y niños se dieron cuenta de las contribuciones del pensamiento computacional, la programación y la robótica a los procesos de aprendizaje y al desarrollo de múltiples áreas de conocimiento de forma transversal. Recuerdo las dificultades causadas por la falta de recursos y el hecho de que los primeros robots direccionales se desarrollaran en colaboración con alumnos mayores, algo que no es un problema ahora que disponemos de robots muy asequibles que proliferan en nuestras escuelas, junto con muchas otras tecnologías.

La realidad de un pasado no muy lejano ha permitido grandes avances en la investigación y este e-book «Transformando la Educación: Pensamiento Computacional y Robótica como Motores de Innovación» es un reflejo de ello. Nos trae un conjunto de capítulos de investigación sobre los Fundamentos del Pensamiento Computacional, la Educación STEAM

y la Robótica en Contextos Educativos, así como su integración, la Inclusión, la Diversidad y la Ética, así como la Innovación y el Futuro de estas áreas de investigación.

Cada capítulo contribuye al avance de la comunidad científica internacional, por la calidad que encontramos en el marco teórico y en los ejemplos prácticos, que son sin duda la innovación que necesitamos integrar en nuestras escuelas. Encontramos investigaciones que abarcan desde la educación preescolar hasta la educación superior, en una búsqueda incesante por tender puentes entre todos los niveles educativos y a su vez ofrecer al lector de este libro electrónico una visión completa de los avances y la innovación en esta área del conocimiento.

Le invitamos a leer cada uno de estos capítulos como un momento de reflexión, inspiración y motivación para la transformación efectiva de la educación, de la que se espera que sea innovadora y capaz de responder a los retos de nuestro mundo cada vez más tecnológico, que exige a quienes quieren formar parte del futuro.

Dra. Maribel Santos Miranda Pinto

Universidade Aberta (Portugal)

ÍNDICE

FUNDAMENTOS Y REVISIÓN DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Capítulo I. El Pensamiento computacional y la robótica educativa: una revisión sistemática mediante la metodología prisma.

Antonio León Garrido, Juan Jesús Gutiérrez Castillo y Julio Barroso Osuna..... 11

Capítulo II. Viabilidad y efectividad de Techcheck-k: prueba piloto del pensamiento computacional bajo un modelo de marco abierto.

Denis González Herrera..... 31

Capítulo III. Un modelo abierto para el desarrollo del pensamiento computacional: el Programa Habi-Tec.

Denis González Herrera..... 45

EDUCACIÓN STEM Y ROBÓTICA EN CONTEXTOS EDUCATIVOS

Capítulo IV. Pensamiento Computacional y Robótica en una escuela para todos. Innovación educativa en la educación superior.

Raquel Barragán Sánchez y Rocío Piñero Virué..... 61

Capítulo V. Impulso en la educación con STEM y Robótica.

Blanca Berral Ortiz y José Antonio Martínez Domingo 79

Capítulo VI. Retos en el ámbito educativo: reducción de la brecha de género en STEM desde la robótica educativa.

Juan Manuel Trujillo Torres, Inmaculada Aznar Díaz, José María Romero Rodríguez y María Natalia Campos Soto..... 91

Capítulo VII. Preferencias docentes en la selección de simulaciones virtuales para áreas STEM.

Daniel Moreno Mediavilla, Alicia Palacios Ortega y Virginia Pascual López...109

INTEGRACIÓN DE LA ROBÓTICA Y EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN DIVERSOS CONTEXTOS

Capítulo VIII. Construyendo puentes educativos entre experiencias internacionales para el desarrollo del Pensamiento Computacional: Adaptación de la plataforma belga eTeacher a la experiencia boliviana Programino.

Tania Fernanda Ugarte Guzmán y Tom Schrijvers.....127

Capítulo IX. Robótica en movimiento: Aprendizaje Físicamente Activo de la competencia digital.

Gabriel Díaz Cobos, Álex López-Durán López, Ángel Ibaibarriaga Toset, Jorge-Agustín Zapatero-Ayuso y Javier Fraile-García145

Capítulo X. Preschool Teacher Training: Integrating STEAM and Digital Technology in Montessori Method - A Content Analysis.

Erica Pamela Köchig.....165

Capítulo XI. Proyecto PROMBOT, una propuesta innovadora para una codificación creativa.

José Manuel Sáez López, Esteban Vázquez Cano, Isabel Ortega Sánchez y Ana Isabel Holgueras González179

INCLUSIÓN, DIVERSIDAD Y ÉTICA

Capítulo XII. Inspirando Vocaciones Científicas: Estrategias de Mentoría para Niñas en STEM.

Teresita de Jesús García-Cortés, Dynhora-Danheyda Ramírez-Ochoa y Eva Claudia Pérez Ortega.....193

Capítulo XIII. La función de la tecnología en la adquisición de vocabulario en niños con autismo: Un análisis del impacto de tablet, robot y método tradicional sin tecnología.

Ana Lucía Urrea, Isabel R. Rodríguez-Ortiz y David Saldaña209

Capítulo XIV. Desafíos éticos en el uso de datos que emplean los robots sociales en entornos educativos.

João Batista Carvalho Nunes225

Capítulo XV. Teachers' perspectives on the potential of educational robotics and coding for integration in arts, humanities, and promoting inclusion in schools - a study in Spain, Belgium, Greece, and France.

Cristina Valls, Vanessa Esteve-González, Mireia Usart y Despoina Schina239

INNOVACIÓN Y FUTURO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Capítulo XVI. Evaluación del pensamiento computacional en la educación superior: resultados y recomendaciones.

Elvira Esther Navas Piñate, Lida Niño y María Cecilia Fonseca Sardi.....259

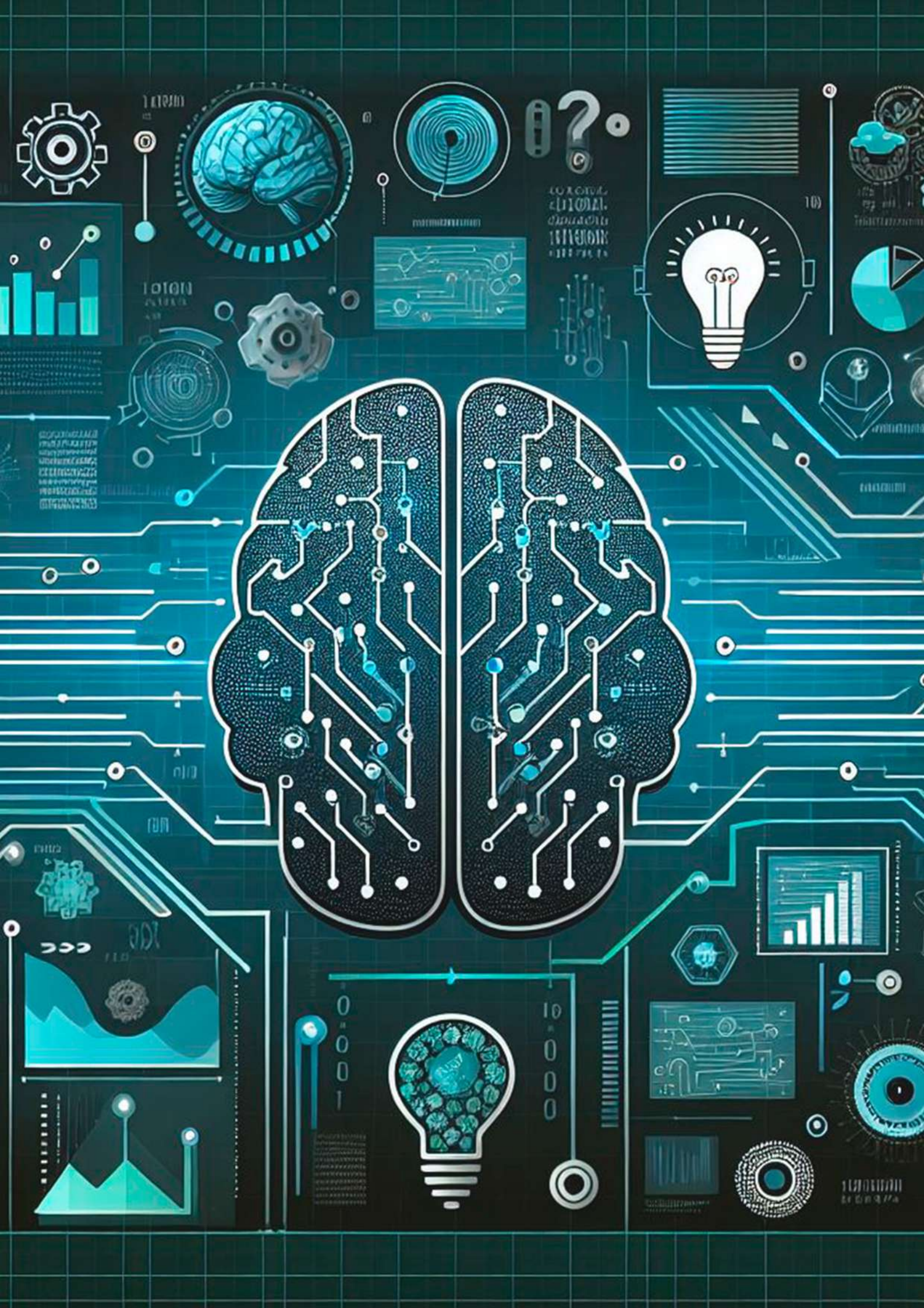
Capítulo XVII. Guía Maker: Projeto colaborativo em escola pública para elaboração de material didático introdutório ao Design.

Raquel Leal Cunha Cruz Pereira y Noah Sampaio Carvalho275

Capítulo XVIII. Impulsando la economía plateada: fomento del pensamiento computacional, pensamiento crítico y competencias digitales en adultos mayores.

Clifton Eduardo Clunie y Sucel López-Hernández.....291

Fundamentos y Revisión del Pensamiento Computacional



CAPÍTULO I

EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y LA ROBÓTICA EDUCATIVA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA MEDIANTE LA METODOLOGÍA PRISMA

Antonio León-Garrido

aleon@us.es

<https://orcid.org/0000-0002-4850-596X>

Universidad Sevilla (España)

Juan Jesús Gutiérrez-Castillo

jjesusgc@us.es

<https://orcid.org/0000-0002-3215-8959>

Universidad Sevilla (España)

Julio Barroso-Osuna

jbarroso@us.es

<https://orcid.org/0000-0003-0139-9140>

Universidad Sevilla (España)

RESUMEN

En las últimas décadas, el pensamiento computacional y la robótica se han integrado en la educación para fomentar el aprendizaje de los estudiantes de diversas edades. Esto ha permitido promover mayores habilidades cognitivas, resolución de problemas, entre otros aspectos. Por estos motivos, se realizó una revisión sistemática utilizando la metodología PRISMA a través de la base de datos Web of Science, con palabras clave relacionadas con el pensamiento computacional y la robótica educativa en la educación primaria, publicados entre 2022 y 2024. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar estudios relevantes y de acceso libre. Se identificaron 29 estudios que destacan tendencias, desafíos y oportunidades en la implementación del pensamiento computacional y la robótica educativa en la educación primaria. Los estudios muestran que la robótica educativa mejora significativamente las competencias STEM, la autoeficacia y la motivación de los estudiantes. Además, se observó que las estrategias de enseñanza directa e indirecta, así como la evaluación específica del pensamiento computacional, son cruciales para el éxito de estas iniciativas. Estos hallazgos subrayan el potencial transformador del pensamiento computacional y la robótica educativa en la Educación Primaria. Por tanto, es importante integrar estrategias docentes innovadoras que proporcionen formación adecuada a los docentes para superar las barreras digitales. La investigación reafirma la importancia de

estas tecnologías para desarrollar habilidades esenciales, sugiriendo la necesidad de intervenciones específicas para abordar las desigualdades económicas y digitales.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la integración de la robótica en la educación ha desencadenado una repercusión significativa como herramienta esencial para promover el desarrollo del pensamiento computacional entre los estudiantes de diversas edades. Con ello, y según las aportaciones de Wing (2006), se conseguirá desarrollar mayores habilidades cognitivas y destrezas en los procesos de resolución de problemas, en los que se incluyen la descomposición, la abstracción, el reconocimiento de patrones y la creación de algoritmos.

De hecho, la robótica educativa, como herramienta de intersección entre la tecnología y la pedagogía, ofrece diversas oportunidades, y, de forma única, para involucrar a los estudiantes en diversas actividades prácticas y experimentales que ayudan a fortalecer las habilidades (Bers, 2020; Papert, 1980). Además, la Educación Primaria es un escenario crucial para introducir el pensamiento computacional y la robótica educativa, ya que en esta etapa se forman las bases cognitivas y socioemocionales que permiten a los estudiantes desarrollar competencias tecnológicas y de pensamiento crítico (Bers, 2020).

1.1. Pensamiento computacional: concepto y componentes

El pensamiento computacional fue popularizado por Wing (2006) como herramienta esencial para todos los usuarios de la era digital. Aunque, su concepto se ha expandido y consolidado en la educación como enfoque para la resolución de problemas de forma complejas utilizando los procesos cognitivos informáticos, su definición es más compleja, dado que, en base a las aportaciones de este autor, para definirla con exactitud se debe prestar atención a los componentes que integran, siendo estos los siguientes:

- **Descomposición:** consiste en dividir los problemas complejos en partes manejables, lo que permite una comprensión más clara y estructurada.

- Reconocimiento de patrones: centrado en la identificación de similitudes y diferencias entre los datos o los procesos, facilitando la generalización de soluciones.
- Abstracción: su finalidad es reducir la complejidad al enfocarse en los aspectos esenciales de un problema, dejando de lado los detalles que son innecesarios.
- Algoritmos: busca diseñar y aplicar diferentes pasos sistemáticos y de forma secuencial para resolver los problemas de manera eficiente.

Según Bocconi et al. (2022), estas habilidades no solo son fundamentales en las ciencias de la computación, sino también es aplicable a diversos ámbitos como matemáticas, ingeniería y ciencias sociales, aplicándose de esta forma también en la educación. En pocas palabras, Grover y Pea (2020) afirmaron que el pensamiento computacional es considerado como una competencia transversal en la educación contemporánea, promoviendo el razonamiento lógico y el pensamiento crítico en múltiples disciplinas.

1.2. Robótica educativa: definición y posibles beneficios.

Alimisis (2020) define la robótica educativa como el uso de dispositivos robóticos y plataformas que son programables en los contextos educativos para fomentar las habilidades técnicas y blandas. Algunos de los que se deben destacar son los kits de *LEGO Mindstorms*, *Arduino*, y las plataformas como *VEX Robotics*. Esta herramienta pedagógica ofrece múltiples beneficios que van más allá del aprendizaje técnico:

- Aprendizaje activo: los estudiantes participan de manera práctica y directa, fomentando un aprendizaje significativo al conectar la teoría con las aplicaciones reales (Resnick y Silverman, 2020).
- Colaboración: los proyectos grupales ayudan a desarrollar habilidades interpersonales, promoviendo el trabajo en equipo y de forma constante (Eguchi, 2022).
- Motivación: es esencial y fundamental en los procesos cognitivos de los estudiantes, ya que se consigue un incremento en el interés que pueden estar

reconducidas por las competencias STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), especialmente entre estudiantes que tradicionalmente no muestran afinidad por ninguna de estas áreas (Benitti, 2022).

- Transferencia de habilidades: se logrará un desarrollo de competencias aplicables que van más allá del ámbito académico, como la resolución de problemas, la creatividad y la resiliencia ante desafíos, integrándose de esta forma en el transcurso de sus quehaceres (Shah et al., 2021).

Angeli y Valanides (2021) argumentaron que la robótica educativa ayuda a fomentar el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), proporcionando un entorno donde los estudiantes pueden cometer errores y aprender entre ellos a través de las exploraciones y los descubrimientos que deben ir realizando cada uno de ellos.

2. MÉTODO

2.1. Objetivo de la investigación

El objetivo de la presente investigación se centró en la realización de una revisión sistemática para analizar la importancia del pensamiento computacional y la robótica educativa aplicada en la etapa de la Educación Primaria entre los años 2022 y 2024, siguiendo la metodología PRISMA.

2.2. Estrategias de búsqueda y criterios de selección

La búsqueda de los artículos se realizó en la base de datos Web Of Science y se utilizaron las siguientes palabras claves: "Computational Thinking" AND "Educational Robotics" AND "Primary Education" "Robótica educativa" AND "Pensamiento computacional" AND "Educación primaria".

Los filtros de búsqueda que se aplicaron fueron: los años de publicación entre 2022 y 2024, que estuviesen escrito en inglés o español, solo artículos de investigación y revisiones de libre acceso, descartando otro tipo de documentos, y, por último, la selección de la categoría de educación.

En cuanto a los criterios de selección de las investigaciones se centraron en: estudios empíricos sobre pensamiento computacional y robótica educativa en la Educación Primaria, título adecuado a la presente investigación, resumen y conclusiones acorde a los temas estudiados para justificar y analizar la importancia de su inclusión en etapa de la Educación Primaria.

Se excluyeron aquellas investigaciones que no centraban en dicho nivel, los estudios que no fueron accesible a texto completos, y, los que no fueron relevantes para analizar la importancia de su aplicación entre los estudiantes de dicha etapa.

2.3 Metodología PRISMA

La metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) es empleada para estructurar esta revisión sistemática (Page et al., 2021; León-Garrido et al., 2023). Este permite asegura la transparencia y reproducibilidad del proceso, incluyendo la selección, evaluación y análisis de los estudios han sido revisados. Los pasos esenciales que se siguieron en con este procedimiento son los siguientes:

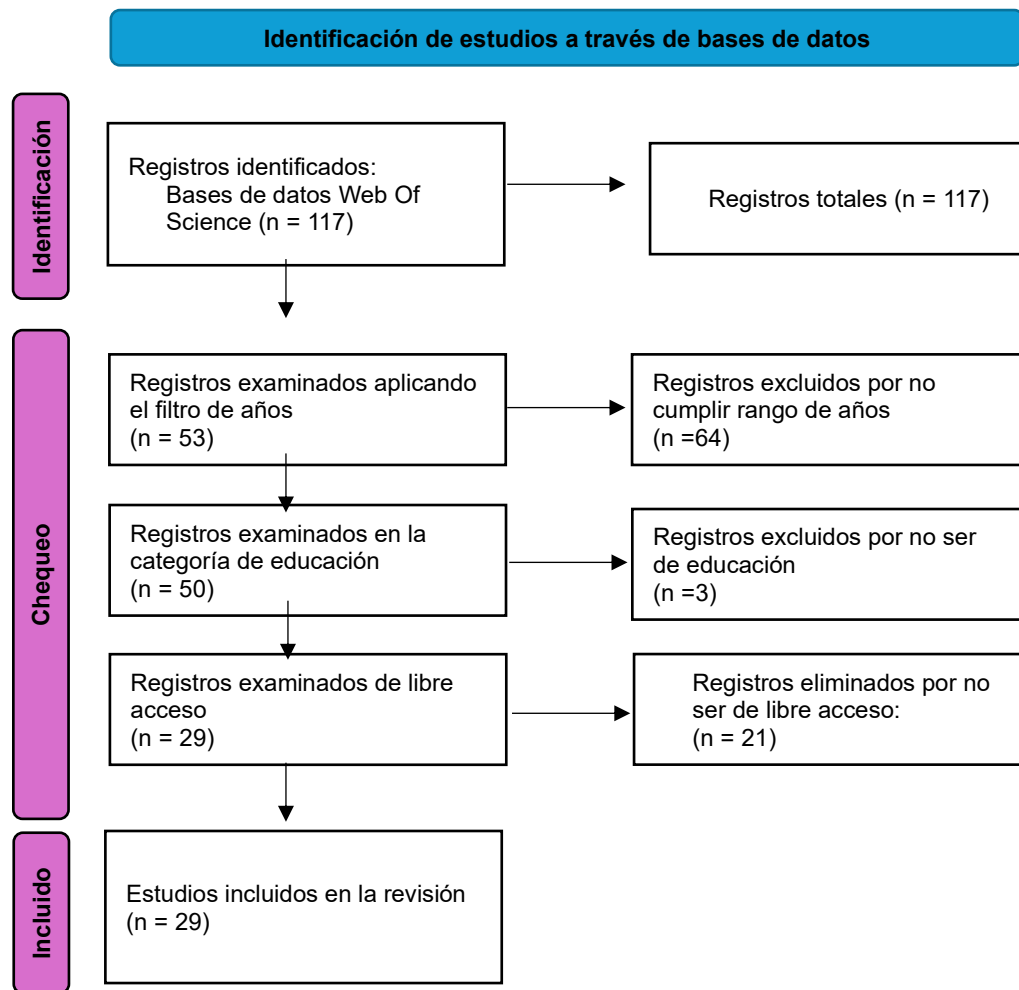
- **Identificación:** se realizó una búsqueda exhaustiva en a base de datos Web of Scieencie (WOS) utilizando los descriptores mencionados con anterioridad.
- **Cribado:** se procedió a eliminar las investigaciones que no se ajustaban con los criterios de selección, así como los documentos repetidos.
- **Elegibilidad:** en este paso se procedió a evaluar y analizar el texto completo de los estudios seleccionados para verificar su pertinencia.
- **Inclusión:** por último, se realizó un estudio final de las investigaciones que cumplen con los criterios establecidos para el proceso a fin de dar respuesta al objetivo establecido.

Este enfoque, permitió llevar a cabo una evaluación transparente y rigurosa, asegurando que la selección y el análisis de los estudios se han realizado de manera

sistemática. A continuación, se presenta el diagrama de flujo de PRISMA en el cual se indica los documentos hallados y excluidos para la investigación.

Figura 1

Diagrama de PRISMA 2020



Fuente. Elaboración propia

2.4. Procedimiento y análisis de datos

El proceso de investigación se realizó siguiendo las directrices de la metodología PRISMA. Este proceso incluyó una serie de pasos meticulosos diseñados para garantizar la calidad y relevancia de los estudios seleccionados. Inicialmente, se definió el objetivo de la investigación, lo que permitió establecer un marco claro para guiar todo el análisis. A continuación, se determinaron los criterios de selección

y exclusión, fundamentales para delimitar los estudios más pertinentes al tema investigado.

La búsqueda se realizó principalmente en la base de datos WOS, seleccionada por su reputación como una fuente confiable que asegura la calidad y el rigor académico de los estudios publicados. En esta etapa, se eliminaron los duplicados para evitar sesgos y redundancias en los resultados. Posteriormente, se llevó a cabo un cribado inicial aplicando filtros relacionados con los criterios definidos, como el idioma, tipo de publicación y relevancia temática. Finalmente, se evaluó la elegibilidad de los artículos resultantes, asegurando que cumplieran con los estándares de calidad y contribuyeran de manera significativa a los objetivos de la investigación.

Para facilitar el análisis de la información, los datos fueron recopilados y organizados sistemáticamente en una hoja de cálculo. En esta, se incluyeron diversos campos que permitieron estructurar y sintetizar la información de cada artículo, tales como:

Datos generales: autor, año, título y revista.

- Diseño del estudio: enfoque cualitativo, cuantitativo o mixto.
- Contexto educativo y características de los participantes.
- Resultados y conclusiones principales: resaltado el impacto en el pensamiento computacional y la robótica educativa.

Estos datos fueron analizados de manera descriptiva, lo que permitió identificar patrones y tendencias en las temáticas investigadas. Este enfoque facilitó una comprensión integral del panorama actual en el área de estudio, resaltando las contribuciones más relevantes y las posibles áreas de mejora para futuras investigaciones.

3. RESULTADOS

Tras seguir la metodología prisma se hallaron 29 investigaciones publicadas entre el año 2022 y 2024, en las cuales se identificaron tendencias, desafíos y

oportunidades en la implementación del pensamiento computacional y la robótica educativa aplicado a la etapa de la Educación Primaria.

En cuanto al número de artículos en relación con el año se observó, que en el año 2022 se publicaron una mayor cantidad de artículos en relación con los otros años, siendo 13 (44,8%), seguido del año 2024 con 9 (31%) publicaciones, y, por último, en 2023 con 7 (24,2%). Con ello, se puede indicar que, en el año 2022 las investigaciones del pensamiento computacional y robótica educativa era mayor que en la actualidad.

A continuación, en la tabla 1, se muestra la relación de autores seleccionado, junto con el año de publicación y un breve resumen de la investigación, aspectos que ha ayudado a analizar los datos para cumplir con el objetivo preestablecido.

Tabla 1

Relación de autores seleccionados y breve resumen de la investigación realizada

Autores	Año	Resumen
Acevedo-Borrega et al.	2022	Realizaron una revisión sistemática de la literatura sobre el pensamiento computacional y la tecnología educativa, destacando la importancia de estas competencias en el desarrollo de habilidades del siglo XXI
Alcaraz et al.	2023	Se analizaron los errores del lenguaje de programación secuencial en actividades con Cubetto, destacando las dificultades y mejoras en la formación de profesores
Amante et al.	2023	Se llevó a cabo una evaluación de un curso en línea masivo (MOOC) sobre pensamiento computacional, programación y robótica para educadores de infancia y primaria, destacando su efectividad y áreas de mejora
Andic et al.	2024	Se analizó el rendimiento de tareas y la percepción de los estudiantes a través de la robótica educativa como instrucción directa
Antunes et al.	2023	Utilizaron la robótica móvil para mejorar el pensamiento crítico y las habilidades interdisciplinarias.
Chevalier et al.	2022	Estudio centrado en el feedback y la intervención para fomentar el pensamiento computacional en actividades de robótica educativa.
Chiang et al.	2022	Esta investigación se centró en la influencia de los campamentos de educación STEM en línea para mejorar la autoeficacia, el pensamiento computacional y el valor de la tarea de los estudiantes
de Vink et al.	2023	Este estudio se centró en el uso de la robótica educativa y el impacto hacia las competencias STEM para mejorar habilidades de programación y percepción positiva.
Falloon	2024	El estudio se centró en el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes jóvenes mediante un currículo estructurado, a fin de mostrar las mejoras en la secuenciación y la corrección de errores.
Fanchamps et al.	2022	El estudio se centró en el uso de la programación SRA para anticipar cambios en entornos problemáticos dinámicos, destacando la

Autores	Año	Resumen
		importancia del diseño de tareas para el desarrollo del pensamiento computacional.
Funk et al.	2022	La investigación partió de la descripción de un robot interactivo utilizado en el aula con la finalidad de promover el pensamiento computacional en estudiantes de primaria.
Gamito et al.	2022	La investigación se centró en destacar las mejoras de las habilidades de programación a través del uso del pensamiento computacional.
Giannakoulas y Xinogalos	2024	Este estudio fue una revisión sistemática sobre los efectos de los juegos educativos en el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional.
Gomes et al.	2022	Investigación para fomentar el aprendizaje de las matemáticas en los primeros años a través del pensamiento computacional y la robótica, evidenciando las mejoras en habilidades matemáticas.
González-Pizarro et al.	2024	Estudio se centró en las desigualdades del pensamiento computacional entre estudiantes de una universidad chilena de STEM, destacando diferencias significativas según género y tipo de escuela.
Greifenstein et al.	2022	La investigación estudió los problemas comunes y los efectos del feedback al programar Ozobots. Se hallaron ocho categorías de problemas y se observó que la instrucción directa disminuye la diversión, mientras que las pistas la aumentan
Killen et al.	2023	Investigación sobre la formación de profesores para integrar el pensamiento computacional en la ciencia elemental mediante un estudio de investigación basado en el diseño. Se presentan ideas y prácticas para mejorar la instrucción y el diseño curricular.
Meseguer y Serrano	2024	El estudio se centró en una revisión sistemática sobre la implementación y formación de profesores de primaria en pensamiento computacional. Se destacó la necesidad de enfoques pedagógicos más sólidos y una formación docente adecuada.
Misirli y Komis	2023	Se estudió el impacto de programar un robot en el desarrollo del conocimiento de depuración en la educación infantil. Se analizaron las estrategias de depuración y el conocimiento construido por los niños
Nordby et al.	2024	Se estudió la integración del pensamiento computacional en actividades de matemáticas en primaria. Se analizaron varias herramientas y su contribución al aprendizaje de matemáticas
Paucar-Curasma et al.	2022	Se evaluó el uso de cuatro robots educativos para mejorar el pensamiento computacional en estudiantes de primaria en Perú.
Pou et al.	2022	Se investigó integración del pensamiento computacional y la robótica educativa en el aprendizaje basado en proyectos. Se demuestra la mejora en habilidades y conocimientos en comparación con otras metodologías.
Shipepe et al.	2022	El estudio se centró en el aprendizaje del pensamiento computacional y de diseño utilizando robótica educativa en estudiantes de primaria. Se afirmó que este enfoque puede aplicarse en aulas para preparar a los estudiantes para las tecnologías de la 4 Revolución Industrial.
Sigayret et al.	2022	Se halló un estudio comparativo sobre el aprendizaje de programación desconectado y conectado. Se analizaron los efectos en el aprendizaje y la motivación de los estudiantes
Soto-Solier et al.	2023	El estudio se centró en las percepciones de futuros profesores sobre la inclusión de la robótica creativa en la educación primaria. Se hallaron actitudes positivas y áreas de mejora con su integración.
Sánchez-Rivas et al.	2024	Se estudió la competencia digital de los profesores en la programación aplicada a la robótica educativa, identificando competencias clave y áreas de desarrollo.

Autores	Año	Resumen
Tengler et al.	2022	La investigación se centró en el efecto de las actividades de narración basadas en robótica y en el pensamiento computacional. Se observó una mejora de ciertas habilidades de forma significativa.
Trapero-González et al.	2024	Se llevó a cabo una revisión sistemática y meta-análisis sobre el impacto didáctico de la robótica educativa en el desarrollo de competencias STEM en la educación primaria.
Zapata et al.	2024	Se llevó a cabo el diseño y la validación de una prueba de pensamiento computacional para niños en los primeros grados de educación primaria, en los que se hallaron una buena aplicabilidad en esta etapa.

Aunque, quedaron resultantes 29 artículos de investigación tras aplicar los filtros en WOS y utilizando los descriptores mencionados, se observó que 10 artículos no ubican sus investigaciones dentro de la etapa de la Educación Primaria, aunque, los utilizan de forma generalizada, por lo que se debería suprimir las investigaciones que no se enfocan en este contexto educativa. Estos estudios serían los de: Acevedo-Borrega et al. (2022), Antunes et al. (2023), Chiang et al. (2022), González-Pizarro et al. (2024), Killen et al. (2023), Meseguer y Serrano (2024), Misirli y Komis (2023), Pou et al. (2022), Sánchez-Rivas et al. (2024) y Trapero-González et al. (2024). A pesar de ello, contiene información relevante en la cual, se evidencia la importancia de la aplicación del pensamiento computacional y la robótica educativa a fin de cumplir con una buena parte del objetivo.

En base al análisis llevado a cabo entre todos los documentos, se podría organizar en 7 áreas principales en cual se refleja el estado actual de la investigación y su impacto educativo.

3.1 Área 1: Metodologías Didácticas y Enfoques Educativos

El uso de las tecnologías emergentes ofrece enfoques pedagógicos para desarrollar el pensamiento computacional, estos se pueden sintetizar en:

- **Revisión exploratoria de tecnologías educativas:** diversos autores subrayaron el papel crucial de las tecnologías en la enseñanza del pensamiento computacional, proporcionando un marco conceptual para tenerlos en cuenta para futuras investigaciones.

- **Formación a través de MOOCs:** orientados a docentes de primaria y preescolar a fin de tener una formación en pensamiento computacional y robótica educativa para que se fomente la confianza entre los docentes para integrarlos en la enseñanza.
- **Aprendizaje basado en proyectos (ABP):** este tipo de aprendizaje combinado con el pensamiento computacional y la robótica educativa favorece la resolución colaborativa de problemas y el pensamiento crítico entre todos los estudiantes.

3.2 Área 2: Impacto en el Desarrollo de Competencias y Habilidades

Se observó que el uso del pensamiento computacional y la robótica educativa ayuda a potenciar las habilidades esenciales en los estudiantes de primaria. Algunas de las que se deben mencionar:

- **Habilidades interdisciplinarias y críticas:** varios estudiosos resultaron la robótica móvil y educativa para promover competencias relacionadas con la resolución de problemas interdisciplinarios, preparándolos para los desafíos de la era digital.
- **Competencias STEM:** Según el metaanálisis de Trapero-González et al. (2024) y otros estudiosos, la robótica educativa mejora significativamente las habilidades en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) desde las primeras etapas escolares.
- **Autoeficacia y motivación:** esencial junto a las competencias STEM para incrementar la autoeficacia y el valor que los estudiantes atribuyen a todos los temas relacionados con el pensamiento computacional y el desarrollo de la robótica educativa.

3.3 Área 3: Estrategias de enseñanza y evaluación

Los métodos de enseñanza y evaluación resultan determinantes para el éxito de estas iniciativas:

- **Instrucción directa e indirecta:** las estrategias de enseñanza directa son más efectivas para estudiantes con niveles iniciales de desarrollo cognitivo, mientras que la instrucción indirecta favorece el aprendizaje autónomo. Es por ello que, es muy importante integrar actividades relacionadas con el pensamiento computacional y la robótica educativa.
- **Evaluación específica del pensamiento computacional:** esto es relevante, ya que Zapata et al. (2024) llevaron a cabo una herramienta de evaluación validada, permitiendo medir el desarrollo de las habilidades y destrezas que desarrollaban los niños con su práctica educativa.
- **Enseñanza entre pares:** tal y como se puede observar en la mayoría de las investigaciones analizadas, la enseñanza entre iguales en contextos de pensamiento computacional y robótica educativa mejora tanto el aprendizaje como las actitudes hacia las competencias STEM.

3.4 Área 4: Recursos y herramientas tecnológicas

El uso de herramientas innovadoras permite en la Educación Primaria una mayor interacción y aprendizaje entre los alumnos con su propio proceso de formación por ello hay que tener en cuenta:

- **Robots interactivos simples:** dado que, los robots básicos, como plataformas interactivas, pueden fomentar el pensamiento computacional mediante actividades lúdicas y accesibles entre los estudiantes de forma individual o grupal.
- **Desafíos en programación:** uno de los desafíos a los que se enfrentan tanto los docentes y los estudiantes, saber programar para que funcione el robot, destacando la importancia de los feedback de forma inmediata para incrementar la motivación intrínseca del alumno.
- **Robots tangibles en educación temprana:** el uso de robots físicos es una herramienta efectiva para enseñar una gran cantidad de conceptos a los niños. Por estos motivos, hay que integrarlos desde la primera infancia.

3.5. Área 5: Intervenciones y programas educativos

Diversos estudios analizaron la eficacia de programas diseñados para integrar el pensamiento computacional. Por tanto, se puede tener en cuenta:

- **Lar retroalimentación guiada:** Esto ayudará a mejorar significativamente las habilidades del pensamiento computacional para el desarrollo de actividades con robótica educativa, tal y como se observa en las investigaciones analizadas.
- **Narración de historias con robótica:** tal y como se observó en el estudio de Tengler et al. (2022) la combinación de narrativas y robótica educativa ayuda a aumentar la creatividad y la resolución de problemas entre los estudiantes.
- **Desigualdades en habilidades iniciales:** es otro de los factores para tener en cuenta en las intervenciones y programas educativos, ya que pueden existir diferencias significativas por el contexto socioeconómico desfavorecido del estudiantado (González-Pizarro et al., 2024).

3.6. Área 6: Formación Docente y Competencias Digitales

La formación y competencia digital de los docentes son factores clave y de gran importancia para la implementación de estas tecnologías:

- **Competencia digital docente:** la implementación del pensamiento computacional y la robótica educativa debe estar ligada a la confianza del docente y su capacidad para aprender sobre estos recursos tecnológicos para saber aplicarlo en el aula. Por ello, se aconseja realizar cursos de formación en ambos temas por bloques de contenidos (Sánchez-Rivas et al., 2024).
- **Percepciones sobre robótica educativa:** diversos estudios evidenciaron que los futuros docentes perciben positivamente la inclusión de estas tecnologías en la etapa de la Educación Primaria. Sin embargo, resaltaron la

necesidad de tener una mayor cualificación para integrarlos curricularmente, por tanto, necesitan mayores formaciones prácticas.

3.7 Área 7: Innovaciones en actividades educativas

El desarrollo de actividades creativas e innovadoras fomentan un aprendizaje más significativo. Por tanto, se debe tener en cuenta:

- **Programación desenchufada:** esta práctica educativa es efectiva para desarrollar ciertas habilidades analíticas y creativas entre los estudiantes.
- **Robótica educativa y matemáticas:** ambas áreas ayudarán a mejorar la comprensión conceptual y la motivación hacia el pensamiento matemático-crítico-racional, tal y como mencionaron varios estudiosos de los que se han tratado con anterioridad.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En general, los hallazgos destacan el potencial transformador del pensamiento computacional y la robótica Educativa en la etapa de la Educación Primaria. De hecho, en los que se debe prestar mayor atención es en las estrategias docentes innovadoras para integrar estas tecnologías, así como la formación del docente de forma adecuada para conseguir superar las barreras o brechas digitales que se encuentren los docentes y maximizar así el impacto educativo.

Además, y según las investigaciones de Antunes et al. (2023) y Trapero-González et al. (2024), el pensamiento computacional es significativo cuando se desarrollan habilidades de forma interdisciplinar, relacionándolos con las Competencias STEM, tal y como se evidencia en varios estudios. Estos hallazgos coinciden con la creciente demanda de las competencias digitales, subrayando la importancia de introducir estas habilidades desde las Primeras etapas escolares, aunque, persistan desigualdades económicas causando brechas digitales (González-Pizarro et al., 2024). Esto refuerza aún más la idea de realizar intervenciones específicas para intentar de parar estas disparidades.

Otro de los aspectos clave para tener en cuenta en la etapa de la Educación Primaria para conseguir una buena integración del pensamiento computacional y la robótica educativa son las estrategias metodológicas que se integran como por ejemplo la programación desenchufada y la enseñanza por pares, demostrando ser eficaces para fomentar la comprensión conceptual y el aprendizaje colaborativo (Sigayret et al., 2022; de Vink et al., 2023). Otro enfoque que se puede destacar son las narrativas y los proyectos tal y como mencionaron Tengler et al. (2022) y Pou et al. (2022), demostrando un gran potencial para desarrollar y promover la creatividad y a resolución de conflictos.

El acceso a herramientas como robots educativos interactivos y plataformas de programación, ha facilitado el aprendizaje significativo, como mencionaron Funk et al. (2022) y Misirli & Komis (2023). No obstante, su implementación depende de la competencia digital de los docentes (Sánchez-Rivas et al., 2024). Por estos motivos, la formación continua es esencial para desarrollar habilidades necesarias para integrar estas herramientas en el aula, así como la evaluación estandarizadas de las herramientas utilizadas (León-Garrido et al., 2024; Zapata et al., 2024).

Esta investigación reafirma el papel transformador del pensamiento computacional y la robótica educativa en la Educación Primaria. Ambas representan no solo herramientas para el aprendizaje técnico, sino también un medio para desarrollar habilidades esenciales en un mundo en constante evolución. Para lograr una implementación efectiva, es fundamental considerar tanto las fortalezas como las limitaciones identificadas en esta revisión, así como otras que se puedan encontrar en el contexto del individuo, promoviendo un enfoque inclusivo que permita a todos los estudiantes beneficiarse de estas oportunidades educativas. Con este análisis se contribuye a la literatura existente y ofrece un punto de partida para futuras investigaciones y políticas educativas destinadas a fortalecer la enseñanza del pensamiento computacional en las primeras etapas educativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo-Borrega, J., Valverde-Berrocoso, J., & Garrido-Arroyo, M. (2022). Computational Thinking and Educational Technology: A Scoping Review of the

Literature. *EducationSciences*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/educsci12010039>

Alcaraz, A., Gómez, M., & Martín, M. (2023). Translation errors between sequential programming languages in Cubetto activities. *RED-Revista de Educación A Distancia*, 23(76). <https://doi.org/10.6018/red.552581>

Alimisis, D. (2020). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.48279/tsate.2020.13.1.1>

Amante, L., Souza, E., Quintas-Mendes, A., & Miranda-Pinto, M. (2023). Designing a MOOC on Computational Thinking, Programming and Robotics for Early Childhood Educators and Primary School Teachers: A Pilot Test Evaluation. *Education Sciences*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/educsci13090863>

Andic, B., Maricic, M., Mumcu, F., Prodromou, T., Leoste, J., Saimon, M., & Lavicza, Z. (2024). Direct and indirect instruction in educational robotics: a comparative study of task performance per cognitive level and student perception. *Smart Learning Environments*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00298-6>

Angeli, C., & Valanides, N. (2021). Developing young children's computational thinking with educational robotics. *Computers in Human Behavior*, 120, 106757. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106757>

Antunes, R., Aguiar, M., & Gaspar, P. (2023). A Dynamic STEM-Driven Approach through Mobile Robotics to Enhance Critical Thinking and Interdisciplinary Skills for Empowering Industry 4.0 Competencies. *Technologies*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/technologies11060170>

Benitti, F. B. V. (2022). Exploring the educational potential of robotics in schools. *Education and Information Technologies*, 27(2), 1451–1473. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10648-7>

- Bers, M. U. (2020). Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom. Routledge.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., & Dettori, G. (2022). Computational thinking in education: Where does it fit? *Journal of Educational Technology & Society*, 25(3), 120–136.
- Chevalier, M., Giang, C., El-Hamamsy, L., Bonnet, E., Papaspyros, V., Pellet, J., Mondada, F. (2022). The role of feedback and guidance as intervention methods to foster computational thinking in educational robotics learning activities for primary school. *Computers & Education*, 180. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104431>
- Chiang, F., Zhang, Y., Zhu, D., Shang, X., & Jiang, Z. (2022). The Influence of Online STEM Education Camps on Students' Self-Efficacy, Computational Thinking, and Task Value. *Journal Of Science Education and Technology*, 31(4), 461-472. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-09967-y>
- de Vink, I., Tolboom, J., & van Beekum, O. (2023). Exploring the Effects of Near-Peer Teaching in Ro-botics Education: The Role of STEM Attitudes. *Informatics in Education*, 22(2), 329-350. <https://doi.org/10.15388/infedu.2023.10>
- Eguchi, A. (2022). Robotics as a learning tool for educational transformation. *International Journal of Social Robotics*, 14(1), 45–67. <https://doi.org/10.1007/s12369-021-00783-0>
- Falloon, G. (2024). Advancing young students' computational thinking: An investigation of structured curriculum in early years primary schooling. *Computers & Education*, 216. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105045>
- Fanchamps, N., Slangen, L., Specht, M., & Hennissen, P. (2022). The Effect on Computational Thinking Using SRA-Programming: Anticipating Changes in a Dynamic Problem Environment. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 15(2), 213-222. <https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3162895>

- Funk, M., Cascalho, J., Santos, A., Pedro, F., Medeiros, P., Amaral, B., Mendes, A. (2022). A simple interactive robot to promote computational thinking. *Frontiers in Computer Science*, 4. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2022.1022778>
- Gamito, R., Aristizabal, P., Basasoro, M., & León, I. (2022). The development of computational thinking in education: Assessment based on an experience with Scratch. *INNOEDUCA-International Journal of Technology and Educational Innovation*, 8(1), 59-74. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2022.v8i1.12093>
- Giannakoulas, A., & Xinogalos, S. (2024). Studying the effects of educational games on cultivating computational thinking skills to primary school students: a systematic literature review. *Journal of Computers in Education*, 11(4), 1283-1325. <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00300-z>
- Gomes, C., Gomes, H., Figueiredo, M., Lucas, A., & Menezes, L. (2022,). MindMaths: learning mathematics in the early years through computational thinking and robotics. 2022 International Symposium on Computers in Education (SIIE),
- González-Pizarro, F., López, C., Vásquez, A., & Castro, C. (2024). Inequalities in Computational Thinking Among Incoming Students in an STEM Chilean University. *IEEE Transactions on Education*, 67(2), 180-189. <https://doi.org/10.1109/TE.2023.3334193>
- Greifenstein, L., Grassl, I., Heuer, U., & Fraser, G. (2022, 2022-01-01). Common Problems and Effects of Feedback on Fun When Programming Ozobots in Primary School. Proceedings Of The 17th Workshop in Primary and Secondary Computing Education, Wipsce 2022.
- Killen, H., Coenraad, M., Byrne, V., Cabrera, L., Mills, K., Ketelhut, D., & Plane, J. (2023). Teacher Education to Integrate Computational Thinking into Elementary Science: A Design-Based Research Study. *ACM Transactions on Computing Education*, 23(4). <https://doi.org/10.1145/3618115>
- León-Garrido, A., & Barroso-Osuna, J. M. (2023). Modelos y modalidades educativas basados en tecnología educativa: Una revisión bibliográfica. *EduTec. Revista*

Electrónica de Tecnología Educativa, 86, 96–115.
<https://doi.org/10.21556/edutec.2023.86.2941>

Meseguer, G., & Serrano, J. (2024). Implementation and training of primary school teachers in computational thinking: a systematic review. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación A Distancia*, 27(1). <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37572>

Misirli, A., & Komis, V. (2023). Computational thinking in early childhood education: The impact of programming a tangible robot on developing debugging knowledge. *Early Childhood Research Quarterly*, 65, 139-158. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.05.014>

Nordby, S., Mifsud, L., & Bjerke, A. (2024). Computational thinking in primary mathematics classroom activities. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1414081>

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.

Paucar-Curasma, R., Villalba-Condori, K., Arias-Chavez, D., Le, N., Garcia-Tejada, G., & Frango-Silveira, I. (2022). Evaluation of Computational Thinking Using Four Educational Robots with Primary School Students in Peru. *Education in the Knowledge Society*, 23, e26161. <https://doi.org/10.14201/eks.26161>

Pou, A., Canaletta, X., & Fonseca, D. (2022). Computational Thinking and Educational Robotics Integrated into Project-Based Learning. *SENSORS*, 22(10), 3746. <https://doi.org/10.3390/s22103746>

Resnick, M., & Silverman, B. (2020). Some reflections on designing construction kits for kids. *Interactive Learning Environments*, 28(2), 137–155. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1663453>

Sánchez-Rivas, E., Vázquez, C., & Ruiz-Palmero, J. (2024). Teacher Digital Competence Analysis in Block Programming Applied to Educational Robotics. *SUSTAINABILITY*, 16(1). <https://doi.org/10.3390/su16010275>

Shah, M., Foster, A., & Wince, M. (2021). Integration of robotics in STEM education: A systematic review. *Journal of STEM Education Research*, 4(3), 189–211. <https://doi.org/10.1007/s41979-021-00053-3>

- Shipepe, A., Uwu-Khaeb, L., De Villiers, C., Jormanainen, I., & Sutinen, E. (2022). Co-Learning Computational and Design Thinking Using Educational Robotics: A Case of Primary School Learners in Namibia. *SENSORS*, 22(21). <https://doi.org/10.3390/s22218169>
- Sigayret, K., Tricot, A., & Blanc, N. (2022). Unplugged or plugged-in programming learning: A comparative experimental study. *Computers & Education*, 184. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104505>
- Soto-Solier, P., Villena-Soto, V., & Molina-Muñoz, D. (2023). Perceptions of future teachers on the inclusion of creative robotics in Primary Education. *PIXEL-BIT-Revista De Medios Y Educación* (67). <https://doi.org/10.12795/pixelbit.96781>
- Tengler, K., Kastner-Hauler, O., Sabitzer, B., & Lavicza, Z. (2022). The Effect of Robotics-Based Storytelling Activities on Primary School Students' Computational Thinking. *Education Sciences*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/educsci12010010>
- Trapero-González, I., Hinojo-Lucena, F., Romero-Rodríguez, J., & Martínez-Menéndez, A. (2024). Didactic impact of educational robotics on the development of STEM competence in primary education: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers In Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1480908>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Zapata, J., Posada, J., & Diago, P. (2024). Design and Validation of a Computational Thinking Test for Children in the First Grades of Elementary Education. *Multimodal Technologies And Interaction*, 8(5). <https://doi.org/10.3390/mti8050039>

VIABILIDAD Y EFECTIVIDAD DE TECHCHECK-K: PRUEBA PILOTO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL BAJO UN MODELO DE MARCO ABIERTO

Denis González Herrera

dennis.gonzalezherrera@ucr.ac.cr

<https://orcid.org/0000-0003-2313-2332>

Universidad de Costa Rica (Costa Rica)

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio piloto utilizando el instrumento TechCheck-k (Relkin y Bers, 2021) con el propósito de evaluar las habilidades de pensamiento computacional (PC) en niños pequeños. El estudio buscó analizar la viabilidad y efectividad de TechCheck-k en contextos educativos, aplicando un Modelo de Marco Abierto (MMA). Este instrumento está diseñado en función de conceptos de PC adaptados al desarrollo infantil y se presenta en un formato de opción múltiple, sin necesidad de dispositivos tecnológicos. La validación se realizó con un grupo de estudiantes de entre 57 y 68 meses, seleccionados de forma aleatoria entre 20 niños que participaron en un programa educativo de seis meses. Para garantizar homogeneidad en los resultados, se excluyeron a aquellos con discapacidades en el desarrollo.

Los hallazgos revelaron que los niños comprendieron adecuadamente la lógica verbal de la prueba, aunque se detectó cansancio antes de los 15 minutos. Además, algunos ítems resultaron ser demasiado complejos para los participantes. La media de las puntuaciones ($M = 11$) fue positiva, en comparación con el puntaje máximo posible (15). El estudio destacó áreas de mejora en cuanto a la aplicabilidad y facilidad de uso del instrumento. Los resultados son coherentes con investigaciones previas que han validado la efectividad de TechCheck-k, subrayando que la enseñanza temprana de PC favorece el desarrollo de habilidades cognitivas (Metin et al., 2024).

1. INTRODUCCIÓN

El pensamiento computacional se ha establecido como una habilidad esencial del siglo XXI, comparable en importancia a la lectura, la escritura y las matemáticas (Wing, 2006; Wing, 2011). Esta habilidad no solo abarca la formulación y resolución de problemas utilizando computadoras y tecnologías digitales, sino que también incluye procesos cognitivos que pueden aplicarse en una variedad de contextos (Lishinski et al., 2016; Román-González, et al., 2017). El reconocimiento de la importancia del PC ha llevado a su integración en los currículos educativos de muchos países (Bocconi et al., 2016; Caeli & Yadav, 2020).

La evaluación de las habilidades de PC es crucial en la educación para documentar el progreso del aprendizaje, medir la efectividad de las lecciones, desarrollar planes de estudio y ayudar a identificar a los estudiantes que necesitan asistencia adicional o enriquecimiento (Tang et al., 2020). Sin embargo, existen desafíos significativos en la evaluación de PC, especialmente en niños pequeños, debido a su desarrollo cognitivo y motor (Meisels, 2007). Tradicionalmente, las evaluaciones de PC se han basado en el desempeño en desafíos de codificación, lo cual puede excluir a los niños sin conocimientos previos de programación (Lockwood & Mooney, 2017).

Para abordar estas limitaciones, se han desarrollado herramientas alternativas de evaluación. (Román-González, 2015; Román-González et al., 2018), que emplea desafíos desconectados, análogos a las actividades utilizadas para enseñar principios de informática sin computadora. Aunque innovador, fue diseñado para estudiantes de secundaria y no es adecuado para la primera infancia.

En respuesta a esta necesidad, se desarrolló TechCheck, una evaluación desconectada de PC para niños de edad escolar primaria, que no requiere conocimientos previos de codificación y ha demostrado buena fiabilidad y validez (Relkin, De Ruiter & Bers, 2020). Recientemente, para adaptar TechCheck a niños de jardín de infantes, se creó TechCheck-K, un instrumento que evalúa seis de las ideas poderosas de PC descritas por Bers (2018) y está diseñado específicamente para ser adecuado al desarrollo cognitivo de niños de 5 a 6 años (Relkin & Bers, 2021).

La alfabetización tecnológica es una habilidad indispensable en la sociedad actual, y el PC juega un papel fundamental en preparar a las futuras generaciones para

enfrentar los desafíos de un mundo cada vez más digitalizado (Voogt et al., 2015). Este estudio propone evaluar la efectividad de TechCheck-K como una herramienta de evaluación del PC en entornos educativos desconectados y explorar los ajustes necesarios para mejorar su comprensión y accesibilidad para los niños en la primera infancia. Las preguntas de investigación que guían este estudio son:

- ¿Es TechCheck-K una herramienta efectiva para evaluar el pensamiento computacional en entornos educativos desconectados y aplicable bajo un modelo de marco abierto?
- ¿Qué ajustes en el contenido, la implementación y la estructura de TechCheck-K pueden mejorar su comprensión y accesibilidad para niños en la primera infancia?

1.1. Pensamiento computacional

El pensamiento computacional (PC) ha ganado considerable atención en los últimos años, pero aún no existe un consenso claro sobre su definición precisa (Shute, Sun & Asbell-Clarke, 2017). Sin embargo, su concepto abarca un conjunto amplio de habilidades analíticas y de resolución de problemas, disposiciones y enfoques que, aunque mayormente utilizados en informática, también son aplicables en otros contextos (Barr & Stephenson, 2011). Una definición comúnmente aceptada describe el PC como los procesos de pensamiento involucrados en formular problemas y construir o descomponer los pasos secuenciales de una solución que puedan ser ejecutados por una computadora, un humano o una combinación de ambos (Kim & Lee, 2016; Wing, 2011).

En suma, las habilidades de pensamiento computacional consisten en un conjunto de procesos mentales que pueden emplearse para formular problemas y encontrar soluciones, ya sea utilizando una computadora o sin ella. Este enfoque va más allá de simplemente codificar en lenguajes de programación; es un método para representar la realidad y una forma de pensar aplicada al mundo real (González Herrera, 2023). Además, incluye un conjunto de habilidades para resolver problemas de manera efectiva, como la descomposición de problemas, la abstracción de patrones y el diseño de algoritmos, entre otras características que pueden aplicarse en diversas disciplinas de estudio.

El PC no es solo una habilidad aislada, sino un conjunto de habilidades y procesos mentales utilizados en la vida cotidiana y en las ciencias de la computación, y se considera una nueva alfabetización digital indispensable para la sociedad actual (Rincón Rueda & Ávila Díaz, 2016).

Las habilidades de PC son esenciales y aplicables en diversos campos del conocimiento, como las ciencias, humanidades, periodismo, geografía, negocios, ambiente e ingeniería (Ortega-Ruipérez & Asensio, 2018). Estas habilidades incluyen la descomposición de problemas, reconocimiento de patrones, generalización y abstracción, pensamiento algorítmico, formulación y resolución de problemas (Zapata-Ros, 2015; Csizmadia et al., 2015).

Es crucial que los enfoques pedagógicos y tecnologías utilizadas sean adecuados para el desarrollo, fomentando el juego, el descubrimiento, la socialización y la creatividad (Bers, 2018).

El desarrollo de habilidades de PC en la primera infancia es fundamental para aprovechar la curiosidad natural de los niños y apoyar sus capacidades en desarrollo. Estudios a nivel mundial han demostrado que los niños pueden aprender con y sobre informática, conectando esta disciplina con dominios de aprendizaje más tradicionales y apoyando su desarrollo cognitivo y social general (Bers, 2020; Bers, 2021).

En resumen, el PC es una competencia esencial que permite abordar problemas de manera inteligente y con imaginación en la sociedad digital (Rincón Rueda & Ávila Díaz, 2016). Es comparable a la lectura, escritura y matemáticas, siendo una habilidad fundamental para todos en la sociedad del conocimiento (Wing, 2006). Desarrollar estas habilidades desde una etapa temprana no solo promueve el éxito académico, sino que también prepara a los niños para enfrentar los desafíos de un mundo cada vez más digital e interconectado.

1.2. Modelo pedagógico de marco abierto

En el campo de la educación infantil, el modelo educativo de marco abierto (MMA) se presenta como un enfoque pedagógico innovador y eficaz. Este modelo, implementado en instituciones infantiles de aprendizaje, guía la planificación,

ejecución y mediación pedagógica del personal docente, permitiendo una construcción del conocimiento de manera integral y holística (González Herrera, 2023).

El (MMA) se basa en la creación de experiencias de aprendizaje prolongadas y cognitivamente desafiantes, que son constructivistas y agradables para los niños. Fomenta la interacción entre los miembros de la comunidad de aprendizaje y permite a los niños avanzar a su propio ritmo dentro de su zona de desarrollo próximo. Los materiales y recursos están cuidadosamente seleccionados y organizados en un ambiente preparado, adaptado a las necesidades y comportamientos esperados según la edad de los niños, con una observación constante por parte del docente (Vargas Muñoz, 2019b).

Una característica distintiva de este modelo es la combinación recíproca de la iniciativa del docente y la de los niños. Según Vargas Muñoz (2019a), en estos modelos, los adultos facilitan el desarrollo de las capacidades de los infantes, permitiéndoles razonar y establecer relaciones entre sus acciones y su entorno, mientras los niños tienen la libertad de elegir y el adulto los acompaña en este proceso.

El (MMA) no solo proporciona un marco pedagógico sólido y claro al docente, sino que también permite a los niños trabajar en rutinas flexibles, respetando sus ritmos de aprendizaje y niveles madurativos. Este enfoque se fundamenta en diversas políticas y programas educativos, como la Guía Pedagógica del nacimiento a los 4 años (MEP, 2017), la política curricular educar para una nueva ciudadanía (MEP, 2015), el programa de estudio de educación preescolar (MEP, 2014) y el marco curricular para la educación de la niñez desde el nacimiento hasta los seis años (MEP, 2018).

El (MMA) también promueve la interacción flexible y el consenso entre el docente y los estudiantes, creando ambientes de aprendizaje enriquecidos con una diversidad de materiales adaptados a los intereses y necesidades de los niños. Este enfoque resulta de la observación constante del docente y propicia el desarrollo de habilidades socioemocionales y cognitivas en los niños, tales como la autogestión, la

independencia, la colaboración, la creatividad y el pensamiento crítico (González Herrera, 2023).

En resumen, el (MMA) es una herramienta sólida, coherente y efectiva para guiar el proceso de aprendizaje en la primera infancia. Promueve la adaptación a las necesidades y características individuales de los estudiantes, fomenta la interacción flexible y el acuerdo entre el docente y los niños, y propicia ambientes de aprendizaje enriquecidos que se adaptan a los intereses y necesidades de los estudiantes.

2. MÉTODO

2.1. Desarrollo de TechCheck-K

El instrumento TechCheck-K utilizado en este estudio fue la versión traducida al español proporcionada por las autoras Relkin y Bers (2021). Aunque el instrumento puede completarse digitalmente mediante tabletas o computadoras, se optó por utilizar la versión impresa debido a que los niños más pequeños suelen tener dificultades para usar dispositivos electrónicos que requieren el uso de un teclado o mouse.

Las aplicaciones se realizaron de forma individual y personalizada con el acompañamiento de un aplicador. En concordancia con el modelo de marco abierto, los niños y las niñas escogieron el momento del día para completar el instrumento.

2.2. Procedimiento

Se utilizó un muestreo aleatorio simple para seleccionar a los participantes del estudio. Esta técnica garantizó que cada niño tuviera la misma probabilidad de ser elegido.

Los tres aplicadores que participaron en este estudio piloto asistieron a dos sesiones de capacitación de 30 minutos cada una, donde recibieron instrucciones sobre cómo administrar la evaluación. Los aplicadores practicaron la administración y demostraron su competencia siguiendo las recomendaciones para aplicar el instrumento TechCheck-K, según lo sugerido por Relkin y Bers (2021). Además, se obtuvo el consentimiento informado de los padres en el Centro Laboratorio

Ermelinda Mora de la Universidad de Costa Rica, garantizando la confidencialidad de los datos.

La evaluación TechCheck-K se administró a los participantes en formato impreso a color. Antes de iniciar la aplicación, los aplicadores pidieron a los niños y las niñas que dieran su consentimiento verbal, el cual fue otorgado por todos los participantes. Las dos primeras preguntas de TechCheck-K eran de práctica, permitiendo a los niños familiarizarse con el formato de la evaluación sin que estas preguntas contaran para la puntuación total.

Al observar el desempeño de los niños en las preguntas de práctica, los aplicadores pudieron asegurarse de que los niños comprendieran el protocolo de evaluación y pudieran marcar sus respuestas dibujando una "x" o encerrándolas en un círculo. Se instruyó a los aplicadores para que leyeran cada pregunta principal en voz alta hasta dos veces. Si los niños indicaban que no sabían una respuesta, se les pedía que adivinaran. Se permitió un descanso de hasta cinco minutos a la mitad de la evaluación.

2.3. Análisis Estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando las herramientas The jamovi project (2022) y R Core Team (2021). Se estableció un nivel de significancia de $p < 0.05$ para la toma de decisiones estadísticas. Esto permitió determinar la eficacia del instrumento y generar conclusiones relevantes para la mejora de su aplicación y diseño.

3. RESULTADOS

Durante el estudio piloto de TechCheck-K para evaluar el PC en niños en edades infantiles, se observaron una serie de hallazgos significativos.

Todos los participantes demostraron una correcta comprensión verbal de la lógica de la prueba, ya que respondieron correctamente las preguntas de la práctica inicial. Este resultado sugiere que los niños entendieron la estructura y el formato de

TechCheck-K, lo cual es fundamental para su efectividad como herramienta de evaluación.

Tabla 1

Análisis de la duración de la Evaluación TechCheck-K

Duración de la prueba	
N	5
Missing	0
Mean	17.4
Median	17
Standard deviation	5.37
Minimum	12
Maximum	26

Fuente: Elaboración propia (2024)

El análisis de la duración de la Evaluación TechCheck-K mostró que el tiempo necesario para completar el instrumento varió entre 12 y 26 minutos (Tabla 1). La media de 17.4 minutos y la mediana de 17 minutos indican una duración razonable para la mayoría de los participantes. Se observaron signos de agotamiento alrededor del minuto 15.

Para mitigar el agotamiento, se sugiere incorporar un descanso no mayor a 5 minutos a la mitad de la prueba. Esto permitiría a los participantes recuperar su concentración y reducir la fatiga. Además, dividir la prueba en dos sesiones diferentes puede ser una estrategia efectiva para mantener el interés y la atención de los participantes a lo largo de la evaluación.

El análisis de los datos del instrumento de evaluación TechCheck-K revela varios puntos clave sobre la efectividad y consistencia de los ítems.

Los ítems (1, 3, 4, 6, 9, 14 y 15) muestran una media de 1.000 y una desviación estándar de 0.000, indicando que todos los participantes respondieron correctamente con una consistencia Alta. Esto sugiere que estos ítems son apropiados y fáciles de entender para los participantes.

Por su parte los ítems (2, 5, 7, 8 y 12) presentan medias de 0.600 a 0.800 y desviaciones estándar entre 0.447 y 0.548, indicando una Variabilidad Moderada en las respuestas. Estos ítems fueron correctamente respondidos por la mayoría, pero aún presentan cierto grado de dificultad.

Los ítems (10 y 11) destacan por sus bajas medias de 0.200 y 0.000 respectivamente. el ítem 10 muestra variabilidad (SD=0.447), mientras que el 11 no fue respondido correctamente por ningún participante (SD=0.000), sugiriendo una dificultad considerable o problemas de comprensión.

Esto subraya la necesidad de revisar y ajustar los ítems para garantizar que sean apropiados y accesibles para la población objetivo.

El ítem 1 contenía la frase "ser programado" que no era conocido por la muestra participante, mientras que el ítem 2 presentaba problemas de traducción al español, lo que resultó en una falta de comprensión por parte de algunos niños. El ítem 11 demostró ser particularmente desafiante para la edad de los niños participantes, ya que ninguno de ellos logró responderlo correctamente (Tabla 1). Esto subraya la necesidad de revisar y ajustar los ítems para garantizar que sean apropiados y accesibles para la población objetivo.

Tabla 2

Análisis de Desempeño de Ítems en la Evaluación TechCheck-K

	N	Missing	Mean	Median	Sum	SD	Variance	Minimum	Maximum
Item1	5	0	1.000	1	5	0.000	0.000	1	1
Item2	5	0	0.800	1	4	0.447	0.200	0	1
Item3	5	0	1.000	1	5	0.000	0.000	1	1
Item4	5	0	1.000	1	5	0.000	0.000	1	1
Item5	5	0	0.600	1	3	0.548	0.300	0	1
Item6	5	0	1.000	1	5	0.000	0.000	1	1
Item7	5	0	0.600	1	3	0.548	0.300	0	1
Item8	5	0	0.600	1	3	0.548	0.300	0	1
Item9	5	0	1.000	1	5	0.000	0.000	1	1
Item10	5	0	0.200	0	1	0.447	0.200	0	1
Item11	5	0	0.000	0	0	0.000	0.000	0	0
Item12	5	0	0.800	1	4	0.447	0.200	0	1
Item13	5	0	0.400	0	2	0.548	0.300	0	1
Item14	5	0	1.000	1	5	0.000	0.000	1	1
Item15	5	0	1.000	1	5	0.000	0.000	1	1

Fuente: Elaboración propia (2024)

Como se aprecia en la Tabla 2, la puntuación media obtenida fue de 11 sobre un máximo posible de 15, indicando un desempeño generalmente bueno en la evaluación del pensamiento computacional en esta muestra de niños.

Tabla 3

Análisis de Desempeño por edad y genero

	Sexo	Edad	Total
N	Femenino	3	3
	Masculino	2	2
Missing	Femenino	0	0
	Masculino	0	0
Mean	Femenino	61.7	10.3
	Masculino	61.0	12.0
Median	Femenino	60	11.0
	Masculino	61.0	12.0
Standard deviation	Femenino	5.69	1.15
	Masculino	0.00	1.41
Minimum	Femenino	57	9.00
	Masculino	61	11.0
Maximum	Femenino	68	11.0
	Masculino	61	13.0

Fuente: Elaboración propia (2024)

En la

Tabla 3 se observó una tendencia hacia una puntuación promedio más alta en los niños ($M = 12$) en comparación con las niñas ($M = 10.3$), aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($t = -1.46, p > 0.05$). Esto sugiere la necesidad de explorar más a fondo las posibles diferencias de género en futuras investigaciones.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados del estudio piloto de TechCheck-K proporcionan una visión detallada de la efectividad y las áreas de mejora potenciales del instrumento como herramienta de evaluación del PC en edades infantiles dentro de un entorno educativo de marco abierto. La comprensión verbal de la prueba por parte de los participantes indica que TechCheck-K es accesible para niños pequeños, aunque se debe considerar la duración de la prueba para evitar la fatiga.

La dificultad del ítem 11 y los problemas de vocabulario y traducción en otros ítems resaltan la necesidad de ajustes para garantizar que todos los elementos sean apropiados y comprensibles para la población objetivo. La revisión de las traducciones oficiales y el ajuste del contenido pictórico y lingüístico a la muestra participante son cruciales para garantizar la efectividad del instrumento. Además, es necesario revisar el vocabulario situado, ajustando los ítems a la realidad contextual de los participantes para mejorar la comprensión y precisión en la evaluación del PC.

La puntuación media alta sugiere que la mayoría de los niños tienen un buen desempeño en la evaluación de PC, aunque las diferencias de género, aunque no significativas, deberían ser exploradas en estudios futuros para asegurar una evaluación equitativa. Las sugerencias de incorporar descansos y ajustar la estructura de la prueba pueden mejorar la experiencia y los resultados de los participantes. Valorar la factibilidad práctica y técnica de acortar la aplicación, considerando la corta edad de los participantes, es esencial. La implementación de pausas estratégicas y la posible división de la prueba en sesiones más cortas podrían mitigar la fatiga y mantener el interés de los niños, optimizando así los resultados de la evaluación.

En general, estos hallazgos apoyan el uso de TechCheck-K como una herramienta viable para evaluar el pensamiento computacional en niños pequeños, con ajustes necesarios para optimizar su implementación y eficacia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12. *ACM Inroads*, 2(1), 48–54. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Bers, M. (2018). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom (1st ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003022602>
- Bers, M. (Ed.). (2021). *Teaching computational thinking and coding to young children*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7308-2>
- Caeli, E. N., & Yadav, A. (2020). Unconnected approaches to computational thinking: A historical perspective. *TechTrends*, 64(1), 29–36. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00410-5>
- Csizmadia, A., Curzón, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). *Computational thinking: A guide for teachers*. <http://community.computingatschool.org.uk/files/6695/original.pdf>
- González Herrera, D. (2023). *Programa educativo de robótica y programación para el desarrollo de habilidades del pensamiento computacional en niñez de 3 a 5 años* (Tesis doctoral). Universidad Estatal a Distancia.
- Kim, K., & Lee, J. (2016). Analysis of the effectiveness of computational thinking-based programming learning. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 19(1), 27–39.
- Lishinski, A., Yadav, A., Enbody, R., & Good, J. (2016). The effect of problem-solving skills on students' performance in different assessment tasks in CS1. In *Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Informatics Education* (pp. 329–334). <https://doi.org/10.1145/2839509.2844596>
- Lockwood, J., & Mooney, A. (2017). Computational thinking in education: Where does it fit? A systematic literary review. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/1703.07659>
- Ministerio de Educación Pública. (2014). *Programa de estudio ciclo materno infantil Educación Preescolar*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Educación Pública. (2015). *Educar para una nueva ciudadanía, Fundamentación Pedagógica de la Transformación Curricular*. San José, Costa Rica.

- Ministerio de Educación Pública. (2017). *Guía Pedagógica del nacimiento a los 4 años*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Educación Pública. (2018). *Marco curricular para la educación de la niñez, desde el nacimiento hasta los 6 años*. San José, Costa Rica.
- Meisels, S. J. (2007). Accountability in early childhood: No easy answers. In R. C. Pianta, M. J. Cox, & K. L. Snow (Eds.), *School readiness and the transition to kindergarten in the era of accountability* (pp. 31–47). Paul H. Brookes Publishing Co.
- Relkin, E., De Ruiter, L., & Bers, M. (2020). TechCheck: Development and validation of an unplugged assessment of computational thinking in early childhood education. *Journal of Science Education and Technology*, 29(4), 482–497. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09825-5>
- Relkin, E., & Bers, M. (2021). Techcheck-k: A measure of computational thinking for kindergarteners. In *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1696–1702). IEEE.
- Rincón Rueda, A. I., & Ávila Díaz, W. D. (2016). Una aproximación desde la lógica de la educación al pensamiento computacional. *Sophia: Colección de Filosofía de la Educación*, 21(1), 161–176.
- R. Core Team. (2021). R: *A language and environment for statistical computing (Version 4.1)* [Computer software]. <https://cran.r-project.org>
- Ortega-Ruipérez, B., & Asensio, M. M. (2018). DIY robotics: Computational thinking-based patterns to improve problem solving. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC*, 17(2), 129–143. <http://dx.medra.org/10.17398/1695-288X.17.2.129>
- Shute, V., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142–158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 148, 103798. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103798>
- The Jamovi Project. (2022). *Jamovi* (version 2.3) [Computer software]. <https://www.jamovi.org>

- Vargas Muñoz, N. (2019a). *Propuesta curricular de contextualización para la mediación pedagógica del personal docente que atiende niñas y niños de 2 a 4 años en el Centro Infantil Laboratorio Ermelinda Mora de la Universidad de Costa Rica* (Tesis maestría). Universidad de Costa Rica.
- Vargas Muñoz, N. (2019b). *Guía pedagógica para niñas y niños de 2 a 4 años: Una propuesta curricular para orientar la mediación pedagógica en el Centro Infantil Laboratorio Ermelinda Mora de la Universidad de Costa Rica, a partir de lo dispuesto en la guía pedagógica del nacimiento a los 4 años del Ministerio de Educación Pública*. Universidad de Costa Rica.
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715–728. <https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why. *The Link Magazine*, 20–23.
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia*, 46(4), 1–47. <http://dx.doi.org/10.6018/red/46/>

UN MODELO ABIERTO PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL: EL PROGRAMA HABI-TEC

Denis González Herrera

dennis.gonzalezherrera@ucr.ac.cr

<https://orcid.org/0000-0003-2313-2332>

Universidad de Costa Rica (Costa Rica)

RESUMEN

Este estudio evalúa el programa Habi-Tec, diseñado para desarrollar el pensamiento computacional en niños de 3 a 5 años. Se adoptó el Diseño Integral Complementario (DICO) y participaron 12 sujetos seleccionados mediante muestreo dirigido. La metodología combinó enfoques cualitativos y cuantitativos. En el análisis cualitativo, basado en el modelo de Miles y Huberman, se procesaron los datos con MAXQDA 2022.3, identificando cuatro categorías clave: modelo educativo de marco abierto, enfoque socioconstructivista, metodología y evaluación de aprendizajes. En el enfoque cuantitativo, se utilizó un diseño no experimental transversal descriptivo, aplicando el modelo de evaluación de Pérez Juste. Los datos cuantitativos se analizaron mediante estadística descriptiva y correlacional, usando The jamovi project y R Core Team, con un nivel de significancia $p < 0.05$. Los resultados cualitativos revelaron un modelo educativo que respeta los ritmos de desarrollo individual, promueve la participación activa y garantiza una evaluación continua. En el análisis cuantitativo, el contenido del programa obtuvo una media de 34.2, con alta valoración en dimensiones como calidad técnica, evaluabilidad, pertinencia y viabilidad. No obstante, la prueba de Shapiro-Wilk indicó una distribución no normal de los datos. Estos hallazgos respaldan la efectividad del programa Habi-Tec, destacando su flexibilidad y adaptación a las necesidades individuales del alumnado, esenciales para fomentar el pensamiento computacional en la primera infancia.

1. INTRODUCCIÓN

El avance de las nuevas tecnologías ha transformado profundamente la vida en la sociedad del conocimiento, desde los migrantes digitales, que adoptaron estas innovaciones, hasta los nativos digitales, quienes integran la tecnología en todas las facetas de su vida diaria. Estos progresos han expandido significativamente la capacidad humana para resolver problemas, proporcionando herramientas aplicables en diversas áreas como el arte, el lenguaje, la educación y las ciencias (Stahl et al., 2014; Wing, 2014, 2017). En este contexto, el uso de la tecnología va más allá del simple consumo, permitiendo a las nuevas generaciones convertirse en creadoras y dándoles el control necesario para abordar problemas cotidianos. Este empoderamiento no solo facilita la resolución de problemas en diversos contextos, sino que también requiere el desarrollo de nuevas habilidades y formas innovadoras de pensar (Ortega-Ruipérez y Asensio, 2018).

1.1. La importancia del pensamiento computacional desde la infancia

El pensamiento computacional (PC) es una habilidad clave en este proceso, ya que influye en la creación de nuevas disciplinas como la biología y la química computacional, además de ser esencial para la resolución de problemas en áreas como las matemáticas, ciencias y humanidades (Wing, 2006, 2008, 2011). En una sociedad cada vez más interconectada y afectada por la cuarta revolución industrial, la alfabetización digital y el PC se presentan como competencias fundamentales para enfrentar los desafíos de la vida moderna, comparables a la lectura, la escritura y las matemáticas. Facilita la resolución de problemas mediante estrategias innovadoras, permitiendo a las personas concentrarse en desarrollar ideas, analizar situaciones y extraer conclusiones, mientras la tecnología maneja tareas mecánicas como la gestión de datos y cálculos (Google y Gallup, 2015; Ortega-Ruipérez, 2018; Zapata-Ros, 2015).

La inteligencia artificial y la convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas han incrementado la demanda de habilidades tecnológicas y computacionales, lo que subraya la importancia de fomentar el desarrollo del PC desde la primera infancia. La literatura científica destaca los beneficios de enseñar PC en las primeras etapas de la vida, mejorando la resolución de problemas, la

creatividad y el pensamiento crítico (Wing, 2006; Bers, 2010; Grover y Pea, 2013). Los programas educativos basados en robótica y programación han demostrado ser eficaces en este sentido (Bers et al., 2014; Papert, 1980). Sin embargo, existe una falta de consenso en cuanto a la conceptualización y los métodos para medir y evaluar el desarrollo del PC, lo que dificulta su integración efectiva en los sistemas educativos (CSTA e ISTE, 2011; Brennan y Resnick, 2012; Grover y Pea, 2013).

1.2. El programa Habi-Tec: un enfoque educativo innovador

Para abordar esta brecha, es necesario recopilar nuevos datos empíricos que proporcionen a la comunidad científica las herramientas necesarias para diseñar, medir y evaluar el PC de manera efectiva. En respuesta a esta necesidad, el presente estudio se centra en el programa educativo Habi-Tec, diseñado para fomentar habilidades de pensamiento computacional en niños de 3 a 5 años bajo un modelo de marco abierto.

El programa Habi-Tec se caracteriza por su aspiración hacia un modelo de marco abierto que permite flexibilizar, de manera consensuada y reflexiva, las interacciones entre adultos y niños. Su planificación es adaptable a los intereses y necesidades de los pequeños, respetando su ritmo de aprendizaje y nivel madurativo. Este enfoque sigue una orientación socioconstructivista, donde el adulto actúa como mediador en una comunidad de aprendizaje.

En el ámbito metodológico, el programa destaca por la importancia que otorga al ambiente preparado y al desarrollo de estrategias de aprendizaje que fomenten las habilidades de pensamiento computacional dentro de esta comunidad. A través de actividades, materiales y ambientes de aprendizaje, Habi-Tec emplea la robótica y programación educativa de manera desconectada y tangible, utilizando recursos cotidianos disponibles en el Cilem. El objetivo es partir del protagonismo individual de los niños, trabajar desde su zona de desarrollo presente y utilizar elementos de su entorno para desarrollar habilidades computacionales esenciales para la vida, facilitando su transición hacia su zona de desarrollo próximo.

Para el diseño del programa, se tomaron en cuenta los resultados obtenidos a partir del análisis de la información proporcionada por expertas en educación infantil.

Además, se aplicaron los lineamientos de Barrero González (2007), quien sistematizó el trabajo de varios autores sobre el diseño de programas educativos. Asimismo, se incorporaron aportes clave sobre el desarrollo del pensamiento computacional de autores como Bers (2010), Brennan y Resnick (2012), Miranda-Pinto (2016), González-González (2019), Bers et al. (2019), Relkin (2022) y Bers et al. (2022).

Habi-Tec es una herramienta flexible e integradora, que promueve la alfabetización digital y el desarrollo del PC desde un enfoque tangible y desconectado, facilitando un acercamiento positivo a las tecnologías digitales y promoviendo habilidades para la vida en un entorno contemporáneo. Este enfoque reflexivo y práctico asegura un desarrollo temprano del pensamiento computacional, crucial para enfrentar los desafíos actuales y futuros.

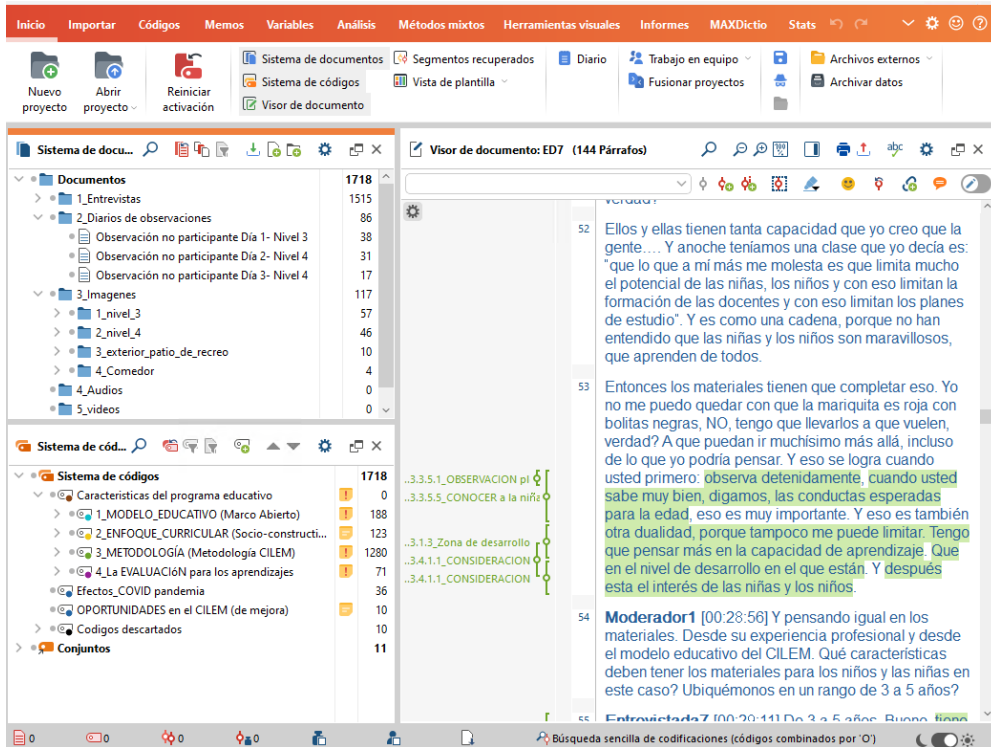
Por lo expuesto, surgen las inquietudes que sustenta la presente investigación. ¿Cuáles características debe tener un programa educativo de robótica y programación con un modelo de marco abierto para desarrollar habilidades del pensamiento computacional en la niñez de 3 a 5 años?

2. MÉTODO

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional en niños de 3 a 5 años, complementada con entrevistas no estructuradas a los principales informantes. También se realizaron observaciones no participantes y se registraron fotográficamente las instalaciones del Centro Laboratorio Infantil, incluyendo los materiales, espacios y ambientes de aprendizaje. La información recolectada fue transcrita y se desarrolló un sistema de códigos jerárquicos mediante la codificación abierta, estableciendo categorías y subcategorías preliminares para su análisis ver **Figura 1**. Este sistema facilitó la identificación de los resultados más significativos, los cuales fueron analizados cualitativa y cuantitativamente a través de la triangulación de técnicas, fuentes de información y relatos de los informantes, considerando el sustento teórico y los fundamentos referenciales, así como las interpretaciones del investigador.

Figura 1

MAXQDA: sistema de análisis, sistema de códigos jerárquico



Fuente:

Fuente:

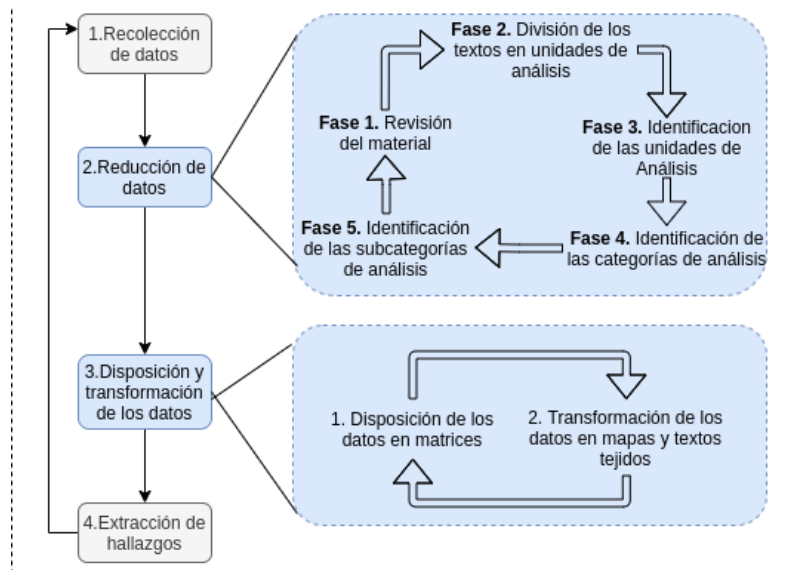
Elaboración propia.

Para el diseño de la investigación, se adoptó el Diseño Integral Complementario (DICO). Se seleccionaron 12 participantes mediante un muestreo dirigido, de acuerdo con los criterios de inclusión establecidos. Las técnicas de recolección de datos incluyeron observación no participante, entrevistas no estructuradas validadas por el método Delphi, notas de campo, un diario de investigación y medios audiovisuales, siguiendo las recomendaciones de Latorre (2005) y Flick (2015). Estas herramientas permitieron capturar y conservar de manera precisa las interacciones durante el trabajo de campo, proporcionando un contexto amplio para la investigación.

El análisis de la información se basó en el modelo de Miles y Huberman (1994) de acuerdo con la Figura 2.

Figura 2

Los procesos de análisis del dato cualitativo



Fuente: Elaboración propia

Además, se utiliza una estrategia de investigación-acción que incluye observación, reflexión, análisis y evaluación recurrentes. Los datos fueron procesados con el software MAXQDA 2022.3 de acuerdo con Rädiker y Kuckartz (2021). En el enfoque cuantitativo, se aplicó un diseño no experimental transversal descriptivo exploratorio para evaluar el programa Habi-Tec, utilizando el modelo de evaluación de Pérez Juste (2006, 2014). Para la parte cuantitativa, se realizó un muestreo dirigido que seleccionó a 10 participantes que proporcionaron su consentimiento informado. Los datos cuantitativos fueron recolectados mediante un cuestionario basado en Gómez (2015) y se analizaron con estadística descriptiva y pruebas de correlación, utilizando las herramientas The Jamovi Project (2022) y R Core Team (2021), con un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Para la teorización mixta complementada, se combinaron los análisis de datos cuantitativos y cualitativos, proporcionando una evaluación rigurosa y resultados sólidos del programa Habi-Tec, en concordancia con el modelo DICO y las recomendaciones de Bernilla (2013, citado por Villalobos, 2017). Esta metodología integral y rigurosa asegura una comprensión clara y precisa de los procedimientos utilizados en la investigación.

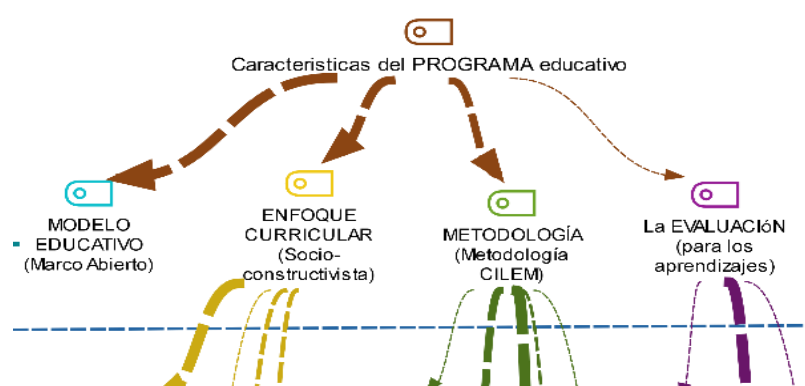
3. RESULTADOS

3.1. Momento cualitativo

Después de un proceso de análisis meticuloso, iterativo y reflexivo por parte del investigador emergieron cuatro categorías de análisis: modelo educativo de marco abierto, enfoque curricular socioconstructivista, metodología y evaluación de los aprendizajes como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 3

Categorías de análisis



Fuente: Elaboración propia

La categoría: modelo educativo de marco abierto, se caracteriza por el respeto mutuo y una comprensión profunda de los niños, respetando sus ritmos, estados de desarrollo y, especialmente, su individualidad. Además, el programa Habi-Tec adopta un enfoque curricular socioconstructivista, donde las experiencias y habilidades previas de los niños forman la base para la adquisición de nuevos conocimientos. Estos aprendizajes son construidos activamente por los niños de manera significativa, y este proceso involucra tanto un entorno cultural y físico como una comunidad de aprendizaje, favoreciendo su desarrollo integral.

Por su parte, la categoría de la metodología se destaca por la participación activa de los niños, quienes eligen y llevan a cabo las actividades de forma autónoma, utilizando los materiales y ambientes proporcionados por el docente. La figura docente, flexible y reflexiva, es clave en este proceso, ya que guía el uso de los materiales y ofrece acompañamiento constante.

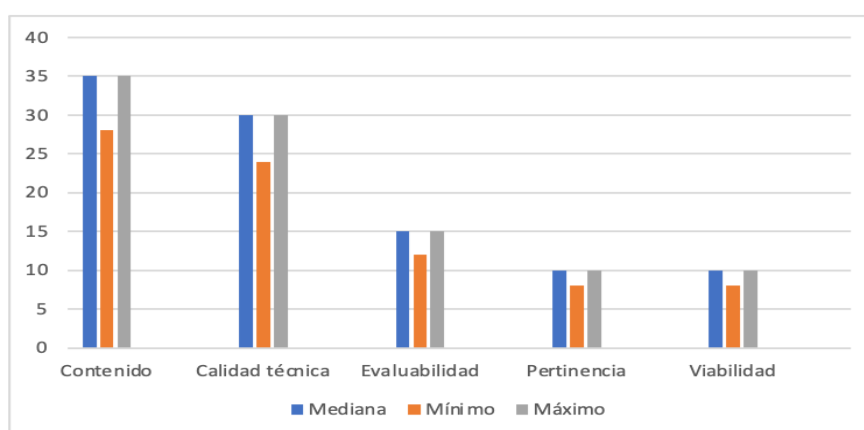
Por último, la evaluación de los aprendizajes se concibe como un proceso continuo de mejora, que permite la evolución del ambiente educativo, la planificación y la mediación docente. Para esta categoría se identificaron instrumentos de evaluación tanto formativos como sumativos.

3.2. Momento cuantitativo

Los resultados obtenidos en la evaluación del programa Habi-Tec en el momento cuantitativo se presentan en términos de cinco dimensiones clave: contenido, calidad técnica, evaluabilidad, pertinencia y viabilidad. A continuación, se describen los hallazgos para cada una de estas dimensiones.

Figura 4

Resultados de la opinión de expertas acerca del diseño inicial del programa Habi-Tec



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la **Figura**, el programa Habi-Tec parece cumplir con los criterios evaluados en términos de contenido, calidad técnica, evaluabilidad, pertinencia y viabilidad, según las respuestas de las expertas.

En la dimensión de contenido, los datos muestran una media de 34.2, con una mediana de 35.0, una desviación estándar de 2.20, y valores mínimo y máximo de 28 y 35, respectivamente. Estos resultados sugieren que el contenido del programa es altamente valorado por las evaluadoras.

Para la calidad técnica, se obtuvo una media de 29.4, con una mediana de 30.0, una desviación estándar de 1.90, y un rango de valores entre 24 y 30. Al igual que en el contenido, los resultados reflejan una alta percepción de la calidad técnica del programa.

En la dimensión de evaluabilidad, los resultados arrojan una media de 14.6, con una mediana de 15.0, una desviación estándar de 0.966, y valores entre 12 y 15. Esto indica que el programa presenta un alto grado de evaluabilidad.

En cuanto a la pertinencia, la media fue de 9.80, con una mediana de 10.0, una desviación estándar de 0.632, y un rango de valores de 8 a 10. Los evaluadores coincidieron en que el programa es muy pertinente en el contexto de la educación infantil.

Finalmente, la viabilidad del programa obtuvo una media de 9.70, con una mediana de 10.0, una desviación estándar de 0.675, y valores entre 8 y 10, lo que indica una alta viabilidad del programa en la práctica educativa.

En suma, los resultados indican que el programa Habi-Tec es percibido de manera muy positiva en todas las dimensiones evaluadas, cumpliendo con altos estándares en términos de contenido, calidad técnica, evaluabilidad, pertinencia y viabilidad. Aunque los datos no presentan una distribución normal, como lo confirma la prueba de Shapiro-Wilk, con valores W inferiores a 0.532 y valores p menores a 0.001 en todas las dimensiones, los puntajes elevados respaldan la efectividad y aplicabilidad del programa en la educación infantil.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se concluye que el programa Habi-Tec es una herramienta pedagógica eficaz para potenciar el aprendizaje del pensamiento computacional (PC) en la educación infantil. Se logró identificar las características esenciales que debe tener un programa educativo de robótica y programación, basado en un modelo de marco abierto, para fomentar las habilidades de PC en niños de 3 a 5 años. La **Tabla 4** presenta un resumen de las principales conclusiones obtenidas durante el análisis cualitativo.

Tabla 4*Principales conclusiones respecto a las categorías de análisis*

Categoría de análisis	Conclusiones
Modelo educativo de marco abierto	El modelo de marco abierto ofrece una estructura pedagógica robusta y bien definida para que el docente planifique, organice y guíe sus actividades en el proceso educativo. Este enfoque otorga a los niños y niñas la libertad de participar en rutinas flexibles, respetando tanto sus ritmos individuales de aprendizaje como sus niveles de desarrollo. Además, promueve una interacción dinámica y consensuada entre el docente y los menores, lo que favorece la creación de entornos de aprendizaje enriquecidos, adaptados a las necesidades e intereses de los niños, basados en una observación constante por parte del adulto
Enfoque curricular socioconstructivista	La propuesta curricular del Centro Infantil Cilem se basa en un enfoque socioconstructivista, donde el aprendizaje es visto como un proceso continuo, integral y en constante construcción. Este enfoque concibe el aprendizaje como un intercambio dinámico entre los niños, los adultos, la cultura y el contexto en el que se desenvuelven. Los principios clave de este enfoque incluyen la interacción entre el entorno social, físico y cultural, el acompañamiento o andamiaje, la mediación docente, la creación de aprendizajes significativos, la interacción con el entorno, y el respeto por las necesidades e intereses de los niños. Así, el enfoque socioconstructivista se posiciona como una propuesta educativa efectiva para el desarrollo de diversas habilidades.
Metodología del Centro Infantil Laboratorio Ermelinda Mora	La metodología del Cilem se distingue por ser flexible, abierta, activa y participativa, respetando la individualidad y el ritmo de aprendizaje de cada niño y niña, así como su libertad de elección. Esta flexibilidad se logra mediante la utilización de materiales, experiencias y actividades planificadas con una intencionalidad pedagógica, diseñadas por el docente en función de las necesidades e intereses de los menores. Dicho enfoque facilita la construcción de aprendizajes significativos y habilidades para la vida. Los niños y niñas desempeñan un papel central en su propio proceso de aprendizaje, eligiendo y desarrollando actividades de manera autónoma, utilizando los materiales y ambientes preparados por el docente. El

Categoría de análisis	Conclusiones
	rol del docente es esencial en la mediación pedagógica y en proporcionar un acompañamiento que permita a los menores avanzar en su zona de desarrollo próximo.
La evaluación para los aprendizajes	La evaluación en el Cilem se concibe como un proceso continuo, reflexivo y permanente que desempeña un papel clave en el currículo educativo. Este enfoque permite una coherente articulación entre los aprendizajes ya adquiridos y aquellos que se esperan alcanzar, orientando el desarrollo de los estudiantes de manera clara y estructurada. La evaluación también posibilita el seguimiento constante del progreso de cada niño y niña, facilitando la retroalimentación necesaria para tomar decisiones adecuadas durante el proceso educativo. Al mantenerse como una actividad continua, la evaluación contribuye a mejorar la planificación, la mediación pedagógica y el entorno de aprendizaje diseñado por el docente, asegurando una mayor eficacia en el proceso educativo.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que el modelo educativo de marco abierto es una herramienta pedagógica efectiva para mejorar el aprendizaje en la primera infancia. Este modelo proporciona a las docentes una estructura clara para planificar y organizar su trabajo, facilitando la construcción del aprendizaje en un ambiente preparado. Al permitir rutinas flexibles que respetan los ritmos y necesidades individuales de los niños, fomenta su motivación y compromiso. Además, promueve la interacción flexible entre docentes y estudiantes, adaptando los ambientes de aprendizaje a los intereses de los menores, lo que favorece el desarrollo de habilidades socioemocionales y cognitivas como la independencia, colaboración, creatividad y pensamiento crítico.

El análisis cuantitativo de los datos indica que el programa Habi-Tec cumple con los criterios de calidad intrínseca, calidad técnica, evaluabilidad, pertinencia y viabilidad. Estos hallazgos respaldan la idea de que el modelo educativo de marco abierto empleado en el programa Habi-Tec es una herramienta robusta y efectiva para guiar el aprendizaje del PC en la primera infancia.

En resumen, los programas educativos enfocados al desarrollo del PC pueden beneficiarse significativamente del modelo flexible y personalizado propuesto por Habi-Tec. Este modelo no solo promueve el desarrollo integral de habilidades del PC desde una edad temprana, sino que también proporciona una base sólida para el aprendizaje futuro de la alfabetización digital.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrero González, N. (2007). *Manual para el diseño y evaluación de programas de orientación educativa*. Madrid: El Cid Editor.
- Bers, M. U. (2010). The TangibleK robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research & Practice*, 12(2), n2.
- Bers, M., Flannery, L., Kazakoff, E. R., y Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>
- Bers, M.; González-González, C. y Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education*, 138, 130-145.
- Bers, M.; Strawhacker, A. y Sullivan, A. (2022). The state of the field of computational thinking in early childhood education, *OECD Education Working Papers*, 274, OECD Publishing, Paris.
- Brennan, K., y Resnick, M. (2012). New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking. *In Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association* (pp. 1-25). Retrieved from https://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_CT.pdf
- CSTA & ISTE. (2011). *Computational Thinking Leadership Toolkit, First edition*. Computer Science Teachers Association (CSTA) and International Society for Technology in Education (ISTE). Retrieved from <http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-leadershiptoolkit.pdf?sfvrsn=4>

- Flick, U. (2015). *El diseño de la investigación cualitativa*. Ediciones Morata.
- González-González, C.S. (2019). State of the art in the teaching of computational thinking and programming in childhood education. *Education in the Knowledge Society*, 20, 1-15.
- Google & Gallup. (2015). *Images of computer science: Perceptions among students, parents, and educators in the U.S.* Retrieved from <https://services.google.com/fh/files/misc/images-of-computer-science-report.pdf>
- Gómez, D. A. (2015). *Diseño, aplicación y evaluación de un programa educativo basado en la competencia científica para el desarrollo del pensamiento crítico en alumnos de educación secundaria* (tesis doctoral). Universidad Autónoma de Madrid.
- Grover, S., y Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.
- Latorre, A. (2005). *La investigación-acción: conocer y cambiar la práctica educativa*. Graó.
- Miranda-Pinto, M. S. (2016). Desafíos de Programación y Robótica en Educación Preescolar: proyecto Kids Media Lab. *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (1848 1855). Octaedro, S. L.
- Miles, M. B., y Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook* (2nd ed.). Sage Publications.
- Ortega-Ruipérez, B. (2018). *Pensamiento computacional y resolución de problemas* (tesis doctoral). Universidad Autónoma de Madrid.
- Ortega-Ruipérez, B., y Asensio, M. M. (2018). DIY robotics: computational thinking based patterns to improve problem solving. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC*, 17(2), 129-143. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.2.129>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1095592>
- Pérez Juste, R. (2006). *Evaluación de programas educativos*. La Muralla.
- Pérez Juste, R. (2014). *Evaluación de programas educativos* (2nd ed.). La Muralla.

- Rädiker, S. y Kuckartz, U. (2021). *Análisis de datos cualitativos con MAXQDA: Texto, audio y video*. MAXQDA PRESS.
- Relkin, E. V. (2022). *The Development of Computational Thinking Skills in Young Children* (Tesis doctoral). Department of Education, Tufts University.
- R Core Team. (2021). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* (Version 4.1) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>
- Stahl, G., Koschmann, T., y Suthers, D. (2014). Computer-Supported Collaborative Learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Learning Sciences* (pp. 479-500). Cambridge University Press.
- The jamovi Project. (2022). *Jamovi* (Version 2.3) [Computer software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>
- Villalobos, L. R. (2017). *Enfoques y diseños de investigación social: cuantitativos, cualitativos y mixtos*. Euned.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *The Royal Society*, 366(1881), 3717-3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Wing, J. M. (2011). Research Notebook: Computational Thinking: What and Why? *Carnegie Mellon University School of Computer Science*. Retrieved from <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>
- Wing, J. M. (2014). Computational thinking benefits society. In *Social Issues in Computing*. Academic Press.
- Wing, J. M. (2017). Computational thinking influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology*, 25(2), 7-14. <https://doi.org/10.17471/2499-4324/922>
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia*, 46(4), 1-47. <https://doi.org/10.6018/red/46>

Educación STEM y Robótica en Contextos Educativos

SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, & MATHEMATICS



CAPÍTULO IV

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y ROBÓTICA EN UNA ESCUELA PARA TODOS. INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Raquel Barragán Sánchez

rbarragan@us.es

<https://orcid.org/0000-0001-6336-2728>

Universidad de Sevilla (España)

Rocío Piñero Virués

rpv@us.es

<https://orcid.org/0000-0002-0120-0931>

Universidad de Sevilla (España)

RESUMEN

El presente estudio se desarrolla en el Grado de Educación Primaria de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla, basándose en el Pensamiento Computacional y la Robótica Educativa trabajado con metodologías emergentes para poder atender al alumnado heterogéneo dentro de un mismo espacio. Nuestro objetivo es poder formar al alumnado, que se instruye en el aula universitaria como futuros docentes, en el uso didáctico de las tecnologías como herramienta de inclusión y en el desarrollo educativo del Pensamiento Computacional. Dicho estudio, está contextualizado en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. Un total de 65 sujetos matriculados en la asignatura de Tecnología de la Información y la Comunicación aplicadas a la Educación de primer curso del Grado de Educación Primaria conforman la muestra, participando durante diferentes sesiones, computadas por una hora y veinte cada una, del primer cuatrimestre. El desarrollo de la metodología es activo y participativo organizándose por rincones de trabajo y favoreciendo la comunicación como base del buen clima en el aula. En esta investigación los resultados finales han sido positivos gracias al aprendizaje y el nivel de satisfacción del alumnado, así como por la implicación del profesorado dedicado a la misma. Como conclusiones podemos destacar la actitud positiva del alumnado hacia un aprendizaje dinámico, en este caso, basado en el Pensamiento Computacional y la Robótica como ejes centrales de la construcción del aprendizaje y como medio para atender a la diversidad en una escuela para todos.

1. INTRODUCCIÓN

Presentamos una experiencia innovadora desarrollada en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. Se pretende que, a través de la Robótica, el alumnado pueda adquirir una conciencia inclusiva y poder desarrollar su praxis educativa en igualdad de oportunidades. Desde los inicios de la formación del docente hemos de concienciarlo de la existencia de la necesidad de atender a la diversidad del alumnado, dependiendo de sus características, y ofrecerle una enseñanza a su medida y dentro de un mismo espacio.

Este trabajo está fundamentado en un marco teórico centrado en los siguientes descriptores: Pensamiento Computacional, Robótica Educativa y Escuela Inclusiva. La experiencia se estructura en dos grandes bases: por un lado, el Pensamiento Computacional desarrollado a través de Robótica Educativa y, por otro, una amplia variedad de metodologías emergentes, que se insertarían en el aula para atender al alumnado heterogéneo dentro de un mismo espacio. Al hilo de esta idea, argumenta Rodríguez et al. (2021) que, las actitudes docentes son percibidas como elementos claves en el quehacer profesional demandado por la actual educación inclusiva. Debiéndose entender la actitud hacia la educación inclusiva como el compendio de conocimientos, sentimientos y acción. Planteamiento que enlaza con el de Arnáiz (2003) al basarse en la inclusión como una actitud, una acción, un sentido de pertenencia al grupo. Y, considerando a las tecnologías elementos de apoyo fundamentales para ello, Sánchez-Vera (2021) argumenta que, la tecnología educativa no consiste en mostrar de manera descontextualizada cómo usar a nivel técnico una herramienta, sino en adquirir las bases que permitan al profesorado saber cómo integrar recursos de todo tipo en diferentes estrategias didácticas y favorecer los procesos de innovación docente en la práctica profesional.

El objetivo principal de la experiencia realizada es fomentar la construcción del aprendizaje a la medida de cada sujeto apoyado en medios tecnológicos y dentro de un mismo espacio. Se desarrolla en etapa obligatoria de Educación Primaria, llevándose a cabo dicho experimento en el Grado de Educación Primaria donde los futuros docentes están adquiriendo destrezas y conocimientos para poder desarrollarlos en el aula escolar, apostando por un Pensamiento Computacional que engloba procesos mentales y que propician soluciones automatizadas a problemas

específicos (Ortuño y Serrano 2024), e incluso, su inserción en la Educación Primaria se sustenta en la mejora de habilidades resolutivas y adaptación al entorno digital. Para Palacios et al. (2023), la competencia digital se hace necesaria en la actualidad, para poder afrontar los retos del nuevo rol del docente.

Este experimento destaca por la posesión de una metodología activa y participativa llevada a cabo durante diferentes sesiones del primer cuatrimestre, donde se realizó una presentación del objetivo y del desarrollo del trabajo, la secuencia de la elaboración del mismo por los diferentes grupos en horario de clase y, una exposición a modo de reflexión para poder contrastar los conocimientos adquiridos. Se ha obtenido como resultado el dato significativo la comprobación de cómo se puede construir el aprendizaje inclusivo apoyado en medios tecnológicos. Y, por último, habría que destacar como conclusión la motivación e implicación del alumnado universitario para trabajar con este tipo de medios que favorecen el buen clima en el aula y el fomento de una conciencia inclusiva.

1.1. Pensamiento Computacional y Robótica Educativa

El estudio parte del concepto de Pensamiento Computacional y la Robótica Educativa que se propone como base para el desarrollo de dicho Pensamiento Computacional. Esto se relaciona directamente con la construcción del conocimiento, efectuándose una serie de fases para su adquisición. Destacamos la tecnología como pieza clave en el aprendizaje constructivo donde es la propia escuela la que debe dar respuesta a esta situación, de ahí, que se iniciaran acciones para la transformación digital educativa TDE (Orden de 29 de marzo de 2021) proceso que continúa en para elaborar unas bases de una educación inclusiva y digital. Estamos centrados, por tanto, en un Pensamiento Computacional definiéndose éste, como un conjunto de habilidades y procesos cognitivos que se ponen en juego, desarrollado de forma espontánea cuando es necesario y, desarrollado de forma progresiva. Este Pensamiento Computacional es considerado como un verdadero reto en las aulas que ha de ser implantado de forma que se pueda utilizar en situaciones ajenas al contexto de programación, empleando el Pensamiento Computacional para resolver cualquier problema de la vida cotidiana.

Por tanto, podemos exponer que, con una mayor asiduidad, la tecnología educativa se va incorporando al servicio de las estrategias metodológicas para poder hacer frente a la diversidad de características individuales, recordemos la capacidad de adaptación que tienen las herramientas tecnológicas. Y centrados en la tecnología educativa, se presenta la Robótica Educativa como un elemento capaz de contribuir en la transferencia del aprendizaje a diferentes contextos (Ángel-Díaz et al. 2020). Según la International Society for Technology in Education (ISTE, 2011) El proceso para trabajar en el aula a través de un Pensamiento Computacional incluye los siguientes factores vinculados al proceso de Aprendizaje: 1. Formular problemas de una manera que permita usar un ordenador o similar para ayudar a resolverlos; 2. Organizar y analizar lógicamente los datos; 3. Representar los datos a través de abstracciones tales como modelos y simulaciones; 4. Automatizar las soluciones mediante el pensamiento algorítmico; 5. Identificar, analizar e implementar posibles soluciones más eficaces y efectivas; y 6. Generalizar y transferir este proceso a una amplia variedad de problemas. Siguiendo la argumentación, para introducir en el aula de Educación Primaria una variedad de actividades centradas en el Pensamiento Computacional y la Robótica, propone Kotsopoulos et al. (2017) crear un marco pedagógico que incluya cuatro tipos de actividades: 1. Desenchufadas, 2. De jugar, 3. De hacer, y 4. De remezcla. En esa misma línea señala Serrano et al. (2020), que una propuesta didáctica para la inserción del Pensamiento Computacional debe estar basado en seis pilares: 1. Metodología de pensar haciendo, 2. Partir de situaciones reales, 3. Actividades desenchufadas, 4. Montaje y construcción de robots, 5. Iniciación a la programación y 6. Comunicación y exposición de recursos. En este sentido, cobra especial relevancia trabajar el Pensamiento Precomputacional, definiéndolo Zapata-Ros (2019) como el Pensamiento Computacional Desenchufado (Computational Thinking Unplugged) refiriéndose a un conjunto de actividades que se elaboran para fomentar en los individuos habilidades que pueden ser la base, para trabajar posteriormente, del Pensamiento Computacional. Por tanto, estas actividades suelen trabajarse en las primeras etapas de desarrollo cognitivo, se suelen desarrollar sin ordenadores y sin pantallas móviles, por lo que se utilizan recursos llamados tradicionales como fichas, cartulinas, juegos de sala de clase o juegos de patio, juguetes mecánicos, etc.

Según Villalustre-Martínez (2024), el Pensamiento Computacional, supone una forma de alfabetización emergente que busca fomentar el aprendizaje de la programación de forma progresiva utilizando principios básicos de codificación informática. Añadiendo Bernal et al. (2024) que:

El Pensamiento computacional interviene en todos los campos de la sociedad como un eje transversal, lo que lo convierte en un nuevo desafío para la educación centrada en el estudiante y en las habilidades que deben desarrollarse para la vida (p. 5177).

La Robótica Educativa se presenta como un elemento que puede contribuir al desarrollo del Pensamiento Computacional, además, es un elemento que aumenta la motivación e interés del alumnado facilitando el aprendizaje de este a cualquier edad. Sánchez et al. (2019) desarrollan la idea de que la Robótica Educativa es una metodología constructivista y activa, la cual potencia el interés de los discentes planteando diferentes métodos de enseñanza y contextos, llegando éstos a ser más inclusivos (Gamito et al., 2021).

En la actualidad existe una gran variedad de hardware y software robotizado que puede ser usado en las aulas, pero es importante tomar en consideración que deben ser utilizados siempre apoyados en modelos educativos y fundamentos pedagógicos que permitan el desarrollo del aprendizaje para el que estén planificados (Barragán et al., 2024). En esta misma línea, López y Andrade (2013) distinguen entre el aprendizaje de la Robótica y el aprendizaje con Robótica. Barragán et al. (2022) plantean que la formación con Robótica supone hacer uso de esta misma como instrumento didáctico de apoyo a la formación de competencias específicas de una asignatura y la competencia digital.

1.2. Metodologías Innovadoras y Emergentes

Para aplicar metodologías innovadoras en entornos de educación que podemos llamar digitales, es necesario que seamos competentes digitalmente. Siguiendo a Rivas (2023,6):

Una de las oportunidades emergentes que surgen de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) es el uso de los espacios virtuales

de aprendizajes (EVA), centrándose en modelos constructivistas socioculturales que permiten el trabajo colaborativo y mejoran la construcción del conocimiento en una comunidad de aprendizaje. Se promueven espacios de reflexión accesibles en cualquier momento, adaptables al ritmo de aprendizaje individual y, sobre todo, opuestos a los tradicionales métodos de transmisión del conocimiento.

En este sentido, el profesorado universitario ha de tener presente el amplio abanico de estrategias metodológicas con las que disponer para poder mostrar el cambio y la innovación que se viene sucediendo en los diferentes sectores sociales, exponiendo, la necesidad de trabajar en equipo pero, como apuntan Micaletto-Belda y Martín-Herrera (2023) entendiendo que una de las formas más fructíferas para fomentar el trabajo cooperativo en nuestros alumnos, es a través de las herramientas digitales; puesto que, la inserción de las tecnologías digitales educativas tienen la finalidad de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de cada sujeto. Por lo que, se trata de aprovechar el manejo innato que tienen sobre ellas, llevando a cabo experiencias educativas donde los sujetos participen activamente, se motiven, se conecten a la actualidad y aprendan unos de otros trabajando en los entornos colaborativos que son tan determinantes en el actual.

Como podemos comprobar, las metodologías emergentes son consideradas fundamentales para poder adaptarse a las características de cada sujeto y poder ofrecer una variedad de opciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje; proceso que para llegar a su culmen habrá de ser significativo y funcional. Los conocimientos académicos han de ir parejos a la sociedad actual puesto que en las aulas se forman a los futuros ciudadanos, los cuales, precisan de ir respondiendo los desafíos globales y a las demandas que en este siglo se plantean. Una diversidad estrategias metodológicas sustentadas en unos adecuados recursos humanos y materiales, en este caso, como exponemos apostamos por los tecnológicos, van a facilitar el progreso educativo del educando acercándose a las diferencias de características individuales comprendidas en un aula heterogénea. Hemos de reconocer la función de los recursos tecnológicos como medios de apoyo para atender a la diversidad de alumnado (Fernández-Batanero et al., 2022) y, concretamente, apostando por la

Robótica Educativa como herramienta eficaz capaz de proporcionar un aprendizaje a la medida de todos (Piñero-Virué et al., 2023).

1.3. Escuela Inclusiva

El planteamiento de escuela inclusiva hace referencia al fomento de oportunidades que han de tener los sujetos dentro de un mismo aula para poder establecerse una igualdad que les permita recibir una adecuada formación a la medida de cada uno, para lo que se han de establecer una serie de criterios favorables en condiciones sociales, culturales y personales, en este caso, de los educandos. Para ello, se ha de considerar como máxima la estrecha colaboración y participación de todos los miembros de la comunidad educativa, incluyendo desde el propio alumno hasta la administración. Incluso, aporta Celada (2024), que ha de ser concebida como:

Un lugar común de encuentro, de superación y de construcción de lazos sociales a partir de resolver los conflictos que suelen presentarse ante las diferencias humanas (p.154).

Siendo los propios docentes los que habrán de enfatizar con la propia experiencia, la creación de un clima de aula propicio para el aprendizaje y las grandes posibilidades que ofrece la metodología utilizada, la atención a la diversidad (Piñero-Virué et al., 2022). Centrándose Pérez-Márquez et al. (2021, p.170) en un reto del campo educativo:

La inclusión es vista como uno de los principales retos de implementación dentro de las instituciones escolares, ya que para lograrlo es necesario el apoyo y la cooperación de cada una de las personas que la conforman.

Es necesario cubrir las necesidades básicas y mostrar una verdadera atención a la diversidad, desde las edades más tempranas, para que se pueda ir erradicando o minimizando la problemática en niveles superiores de la educación. El ofrecer una atención a las necesidades y diferencias de cada educando puede llegar a enriquecer mucho el proceso de enseñanza-aprendizaje de todos los agentes que intervienen en el proceso. Y este reto de superación para la mejora social se ha de trabajar desde el aula a edades tempranas, por lo que es desde la propia Facultad de Ciencias de la

Educación, donde hemos de dotarlos de estrategias y recursos para ir construyendo una sociedad más equitativa e igualitaria. Para Maldonado (2024), la inclusión es un trabajo constante donde se invierte energías, esfuerzos, saberes y sentires que se despliegan para transformar a las comunidades educativas y, como en este caso, se parte desde el contexto universitario.

2. MÉTODO

2.1. Contexto

El estudio se desarrolla la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla (Sevilla, España). Como población se ha elegido el alumnado matriculado en la asignatura Tecnologías de la Información y la Comunicación del título de primer curso del Grado en Educación Primaria durante el curso 2023/2024. Y en concreto, han participado un total de 65 sujetos.

2.2. Metodología

La metodología didáctica llevada a cabo se centra en una metodología cooperativa, por lo que el alumnado debe trabajar en pequeños grupos. El objetivo de la práctica, que han desarrollado, conlleva el diseño de situación de aprendizaje y materiales para promover el pensamiento computacional a través de la robótica desenchufada en Educación primaria. Parte de la premisa que la metodología didáctica debe ser motivadora, cooperativa, inclusiva e integrada en el currículum oficial. El diseño debe ser compatible con objetivos, competencias y saberes básicos vinculados a la etapa de Educación Primaria y recogidos en el Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria (BOE, núm. 52, de 02/03/2022).

Los materiales didácticos que deben diseñar se vinculan al desarrollo del pensamiento computacional a través de la robótica desenchufada y se concreta en tres tipos: Panel de programación; Tablero de movimientos; y Robot.

A continuación, se muestran diferentes Imágenes donde se presentan diversos materiales diseñados vinculados a diferentes áreas curriculares:

Figura 1

Diseño material Fondo marino



Fuente: Elaboración propia

Figura 2

Diseño material Hábitos de conducta saludable



Fuente: Elaboración propia

Figura 3

Diseño material Piratas



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, los materiales didácticos deben ser lo más inclusivos posibles, para ello muestran características que permiten adaptarlos con mayor facilidad a la diversidad de alumnado. La enseñanza inclusiva valora al alumnado heterogéneo y le ofrece a todos una igualdad de oportunidades en el aprendizaje, participando con equidad. De ahí, la importancia de los materiales como apoyo a la diversidad.

A continuación, en las Figuras 4, 5, 6 y 7 se muestran ejemplos.

Figura 4

Diseño material Libro de pictogramas



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5

Diseño material Niveles de dificultad



Fuente: Elaboración propia

Figura 6

Diseño material Texturas



Fuente: Elaboración propia

Figura 7

Diseño material Ayuda



Fuente: Elaboración propia

Para la recogida de datos, ya que se trata de sesiones prácticas y organizadas en grupo, se ha utilizado el portafolio digital para la valoración del trabajo desarrollado, así como encuestas de opinión de los estudiantes sobre la experiencia y, el diario del profesor para analizar el desarrollo de estas. Se pudo comprobar el buen clima de aula en el transcurso de las sesiones, comprobándose que el trabajo en equipo establece una serie de valores como la empatía, que ayuda a superar obstáculos juntos y favorece la armonía en el aula.

A continuación, se muestra la Figura 8.

Figura 8

Diseño material Robot emociones



Fuente: Elaboración propia

2.3. Estructura de la experiencia y procedimientos

Se organiza en cuatro momentos: 1. Sesiones donde se trabajan conceptos básicos. 2. Uso y experimentación de las diferentes herramientas. 3. Diseño de situaciones de aprendizaje y desarrollo de materiales didácticos. 4. Exposición y reflexión final.

El procedimiento se desarrolla tomando a la comunicación como base del trabajo en equipo. De acuerdo con Cisneros, Huamán y Ayala (2023), el aprendizaje cooperativo

es una estrategia socializadora que favorece los aprendizajes de los estudiantes, desarrollando habilidades sociales indispensable para las exigencias que actualmente demanda la sociedad.

3. RESULTADOS

Al finalizar la experiencia se valoró el portafolio entregado por el alumnado y todos habían alcanzado niveles competenciales muy significativos. Por otra parte, el desarrollo metodológico se evaluó a través de una encuesta de opinión cuyos resultados se presentan de forma resumida en la Tabla 1.

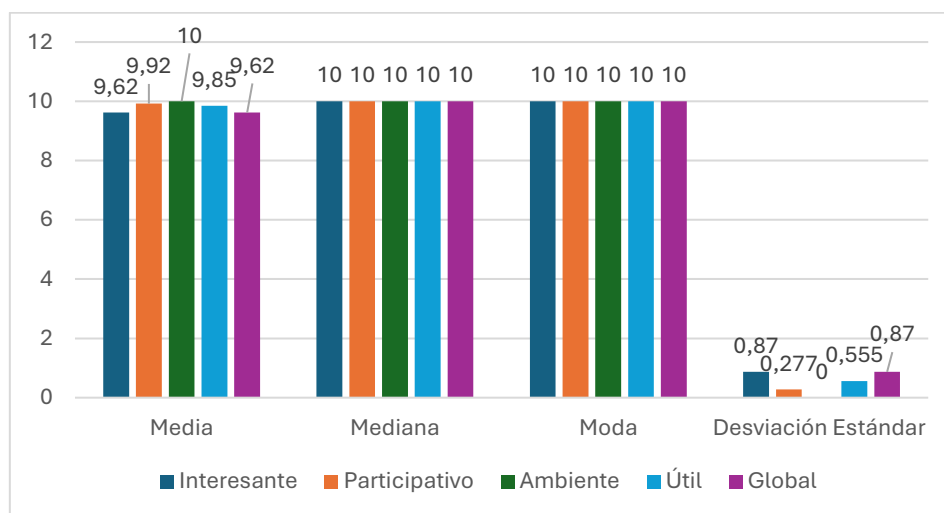
Tabla 1.
Resultados del análisis de datos del estudio

Estadístico	Interesante	Participativo	Ambiente	Útil	Global
Media	9.62	9.92	10.00	9.85	9.62
Mediana	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Moda	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Desviación Estándar	0.87	0.277	0.00	0.555	0.87

En la Tabla 1, se observa cómo todas las variables han sido valoradas con una media situada entre 9.62 y 10.00, siendo 10.00 la puntuación máxima. Los resultados obtenidos recogen un interés creciente hacia el aprendizaje de metodologías innovadoras y creativas, insertando a la Robótica Educativa como elemento facilitador del aprendizaje y material vinculado al Pensamiento Computacional. De igual forma, se puede comprobar en la Figura 8 que, a continuación, se muestra:

Figura 8

Resultados de la investigación



4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para Palacios, Cabero y Barroso (2023), la competencia digital es fundamental ante los retos del nuevo rol del docente; considerando los recursos tecnológicos como medios de apoyo para atender a la diversidad del alumnado, concretando en la Robótica Educativa como medio eficaz para ello (Piñero-Virué et al., 2023). En este estudio, se apuesta por una formación inicial de la docencia activa, práctica e innovadora (Llorente et al., 2024) para que puedan trasladar este conocimiento adquirido en el aula universitaria a sus aulas escolares. Sin embargo, la complejidad a veces del uso de las tecnologías y el estado de conservación las mismas, hacen que se hayan tenido que realizar adaptaciones. Y en este sentido, Moriarty y Fragueiro (2024) apuestan por la implementación de una metodología activa e innovadora en Educación Primaria incluyendo a las TIC en los proyectos que se lleven a cabo.

Como conclusión del estudio, destacamos que los resultados de aprendizaje han sido muy satisfactorios. Todo el alumnado que ha participado ha alcanzado el desarrollo competencial esperado. Destacamos, también, el alto nivel de satisfacción con la experiencia, subrayando la utilidad de todo lo aprendido para su futuro profesional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ángel-Díaz, C.M., Segredo, E., Arnay, R., & León, C. (2020). Simulador de robótica educativa para la promoción del pensamiento computacional. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 20(63), 1-30. <http://doi.org/10.6018/red.410191>
- Arnáiz, P. (2003). *Educación Inclusiva: Una escuela para Todos*. Aljibe.
- Barragán-Sánchez, R. (2022). La innovación educativa como gestora del cambio en la Educación Superior. En Raquel Barragán-Sánchez, *Didáctica Universitaria: enfoques iberoamericanos* (pp. 105-127). Editorial UNSA.
- Barragán-Sánchez, R., Romero-Tena, R., Palacios-Rodríguez, A., & Martín-Párraga, L. (2022). El uso de la Robótica como estrategia didáctica en las aulas universitarias. En Enrique Sánchez- Rivas et al. (Coord). *La tecnología Educativa como eje vertebrador de la innovación* (pp. 281-292). Octaedro. Recuperado a partir de <https://hdl.handle.net/11162/230163>
- Barragán-Sánchez, R., Piñer-Virué, R., Pérez-Morales, G., & Corujo-Vélez, M. C. (2023). Situaciones de aprendizaje inclusivas mediadas por la robótica y el pensamiento computacional. En C. Llorente-Cejudo & J. J. Gutiérrez-Castillo (Eds.), *Tecnologías emergentes y pedagogía de la innovación*. (1st ed., pp. 207–224). Dykinson, S.L. <http://www.jstor.org/stable/jj.8500796.18>
- Bernal, A. P., Baquez, A. L., Hidalgo, N. G., Mera, N. A., & Velásquez, A. L. (2024). Pensamiento Computacional: Habilidad Primordial para la Nueva Era. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 5177-5195. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10937
- Celada, B. (2024). Inclusión: lo especial de la educación desde la perspectiva vigotskiana. *Voces de la educación: Retos actuales de la educación inclusiva*, 9(17), 153-168. Recuperado a partir de <https://www.revista.vocesdelaeducacion.com.mx/index.php/voces/article/view/741>
- Cisneros, M. R., Huaman, M.G., & Ayala, R.M. (2023). Aprendizaje cooperativo, trascendiendo el aula convencional. *Horizontes Revista Investigación. Cs. Edu.* [online], 7(27), 87-98. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i27.499>.

- Fernández-Batanero, J.M., Reyes-Rebollo, M.M., & Piñero-Virué, R. (2022). Competencia digital docente universitaria ante el alumnado con discapacidad. En José Antonio Marín Marín, Vanna Boffo, Magdalena Ramos Navas-Parejo y Juan Carlos De La Cruz Campos (Eds.). *Retos de la Investigación y la Innovación en la Sociedad del Conocimiento* (pp. 211-220). Dykinson. Recuperado a partir de [10.2307/j.ctv2gz3sbf.25](https://doi.org/10.2307/j.ctv2gz3sbf.25)
- Gamito, R., Garay, B., Martínez-Abajo, J., & López-Vélez, A. L. (2021). Desarrollo de competencias en los Grados de Educación mediante el aprendizaje-servicio. En Carmen Márquez (Ed.). *Transformación Universitaria: retos y oportunidades* (pp. 147-156). Ediciones Universidad Salamanca. <https://doi.org/10.14201/0AQ0310>
- International Society for Technology in Education (ISTE, 2011). Sociedad Internacional para la Tecnología en Educación. <https://www.iste.org/es/>
- López, P. A., & Andrade, H. (2013). Aprendizaje de y con Robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 37(1), 43-63. <https://doi.org/10.15517/revedu.v37i1.10628>
- Llorente, C., Barragán-Sánchez, R., Pérez-Rodríguez, N., & Martín, Lorena (2024). *Enseñanza e Innovación Educativa en el Ámbito Universitario*. Dykinson.
- Kotsopoulos, D., Floyd, L., Khan, S., Namukasa, I. K., Somanath, S., Weber, J., & Yiu, C. (2017). A Pedagogical Framework for Computational Thinking. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 3(2), 154-171. Recuperado a partir de www.10.1007/s40751-017-0031-2
- Maldonado, J. (2024). Respira sin miedo. El trabajo de inclusión en el contexto universitario. *Revista Voces de la educación* 9(17), 108-136. Recuperado a partir de <https://www.revista.vocesdelaeducacion.com.mx/index.php/voces/article/view/734>
- Micalleto-Belda, J.P., & Martín-Herrera, I. (2023). Aprendizaje colaborativo en la Universidad: análisis de una experiencia con una comunidad virtual en LinkedIn. *Revista EDMETIC*, 12(1), 4-4. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v12i1>

- Moriarty, D., & Fragueiro, M. S. (2024). Las TIC en Educación Primaria a través del aprendizaje en proyectos. *Revista Escuela Abierta*, 27, 59-76. <https://doi.org/10.29257/EA27.2024.05>
- Orden de 29 de marzo de 2021, por la que se establecen los marcos de la Competencia Digital en el sistema educativo no universitario de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Recuperado a partir de <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2021/67/22>
- Ortuño, G., & Serrano, J. L. (2024). Implementación y formación del profesorado de educación primaria en pensamiento computacional: una revisión sistemática. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 255-287. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37572>
- Palacios, A., Cabero, J., & Barroso, J.M. (2023). *Competencia Digital Docente según #DigCompEdu. Aportes desde la investigación*. Universidad de Sevilla. Grupo de Investigación Didáctica.
- Pérez-Márquez, E. A., Ortega, H. M., Bañuelos, C. F. M., Gómez Bugarín, A., & Meléndrez Chávez, A., (2021). Educación inclusiva con alumnos regulares y con necesidades educativas especiales en el aula. *Revista de Educación Inclusiva*, 14(1), 168-186. Recuperado a partir de <https://revistaeducacioninclusiva.es/index.php/REI>
- Piñero-Virué, R., Fernández-Batanero, J. M^a, & Reyes-Rebollo, M. M^a. (2022). Caminando hacia la inclusión desde la universidad. En José Antonio Marín Marín, Anna Boffo, Magdalena Ramos Navas-Parejo y Juan Carlos De La Cruz Campos (Eds.). *Retos de la Investigación y la Innovación en la Sociedad del Conocimiento* (pp. 249-255). Dykinson.
- Piñero-Virué, R., Reyes-Rebollo, M.M., & Fernández-Batanero, J.M. (2023). La robótica educativa como medio de aprendizaje en atención a la diversidad. Un estudio de caso. *Revista Perfiles Educativos*, XLV (182), 119-133. <https://doi.org/10.22201>
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. «BOE» núm. 52, de

02/03/2022. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>

Rivas, A. L. H. (2023). Desvelando caminos en la búsqueda de metodologías para saberes específicos en la pedagogía virtual. *Revista Ciencia y Educación*, 4(3), 6-20. Recuperado a partir de <https://www.cienciayeducacion.com/index.php/journal/issue/archive>

Rodríguez-Fuentes, A., Gallego, J.L., Navarro, A., & Caurcel, M.J. (2021). Perspectivas actitudinales de docentes en ejercicio y en formación hacia la educación inclusiva. *Revista Psicoperspectivas*, 20(1), 18-30. <https://dx.doi.org/10.5027/psicoperspectivas-vol20-issue1-fulltext-1892>

Sánchez, E., Cózar, R., & González-Calero, J.A. (2019). Robótica en la enseñanza de conocimiento e interacción con el entorno. Una investigación formativa en Educación Infantil. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 33(1), 11-28. Recuperado a partir de <https://www.redalyc.org/journal/274/27466169001/html/>

Sánchez-Vera, M.M. (2021). La Robótica, la programación y el pensamiento computacional en la educación infantil. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje*, 7(1), 209–234. <https://doi.org/10.22370/ieya.2021.7.1.2343>

Serrano-Sánchez, J.L., Sánchez-Vera, M.M., & Solano-Fernández, I.M. (2020). La formación inicial del profesorado de Infantil y Primaria en pensamiento computacional y Robótica Educativa. Libro de actas *Redes Innovaestic 2020*. Recuperado a partir de https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/93321/1/serrano_sanchez_solano_innovaestic_2020_actas.pdf

Villalustre-Martínez, L. (2024). Análisis del nivel de pensamiento computacional de los futuros maestros una propuesta diagnóstica para el diseño de acciones formativas. *Revista Píxel-Bit: Revista de Medios y Comunicación*, 69, 169-194. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.101205>

Zapata-Ros, M. (2019). Pensamiento computacional desenchufado. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 20(29), 1-29. <http://orcid.org/0000-0003-4185-5024>

CAPÍTULO V

IMPULSO EN LA EDUCACIÓN CON STEM Y ROBÓTICA

Blanca Berral-Ortiz

[*blancaberral@ugr.es*](mailto:blancaberral@ugr.es)

<https://orcid.org/0000-0001-8139-8468>

Universidad de Granada (España)

José-Antonio Martínez-Domingo

[*josemd@ugr.es*](mailto:josemd@ugr.es)

<https://orcid.org/0000-0002-4976-7320>

Universidad de Granada (España)

RESUMEN

Este estudio analiza el impacto de la integración de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) y la robótica en la educación, centrándose en el empoderamiento de las maestras y la promoción de la equidad de género en áreas tradicionalmente dominadas por hombres. Aunque ha habido avances en la participación femenina en STEM, persiste una brecha significativa, especialmente en los campos de ingeniería y tecnología. El empoderamiento de las maestras no solo mejora sus habilidades técnicas, sino también su capacidad para liderar e inspirar a sus estudiantes. A través de una revisión exhaustiva de la literatura, se explora cómo la robótica educativa fortalece el desarrollo profesional de las maestras, al mismo tiempo que fomenta su papel como agentes de cambio dentro de sus comunidades educativas. Los resultados muestran que la robótica no solo incrementa las competencias en STEM, sino que también contribuye a romper estereotipos de género, alentando a más niñas a explorar estas disciplinas. Iniciativas como W-STEM y el Semillero de Mujeres Investigadoras en América Latina han demostrado ser efectivos en impulsar la inclusión femenina. El estudio concluye que la integración de STEM y la robótica en la formación de maestras es clave para reducir la brecha de género en estas áreas. Empoderar a las maestras en STEM no solo mejora sus competencias, sino que crea un entorno más equitativo e inclusivo, promoviendo la participación activa de las niñas y generando cambios estructurales necesarios en la educación para cerrar esta brecha.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el empoderamiento de las maestras en áreas como la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), junto con la incorporación de la robótica en el ámbito educativo, ha emergido como una prioridad de gran relevancia (Çetin y Demircan, 2020). Este fenómeno responde a la creciente necesidad de equipar a las futuras generaciones con las competencias tecnológicas y científicas necesarias para enfrentar los desafíos del siglo XXI, caracterizados por el avance acelerado de la tecnología y la globalización. Este enfoque no solo tiene como objetivo mejorar las competencias de las educadoras en la enseñanza de disciplinas STEM, sino también promover una cultura de inclusión y equidad de género en campos históricamente dominados por los hombres.

A lo largo de la historia, las mujeres han estado significativamente subrepresentadas en áreas relacionadas con STEM y la robótica, lo que ha contribuido a perpetuar una profunda brecha de género. Las cifras globales muestran que, aunque ha habido avances en la inclusión femenina en estos campos, las mujeres continúan siendo una minoría, particularmente en áreas como la ingeniería y la tecnología (UNESCO, 2021). Este desequilibrio no solo restringe las oportunidades de desarrollo profesional y personal para las mujeres, sino que también frena el progreso en estos sectores, limitando la diversidad de enfoques que es esencial para la innovación y el avance científico. La falta de una representación equitativa de género en STEM y robótica se convierte así en un problema no solo de equidad, sino también de eficiencia, ya que una mayor diversidad en estas áreas traería consigo una amplia gama de perspectivas que enriquecerían la resolución de problemas y la creación de soluciones más creativas y sostenibles (Ntemngwa y Oliver, 2018).

El reto de cerrar esta brecha de género en los campos de STEM y la robótica implica mucho más que aumentar la cantidad de mujeres que ingresan a estos sectores. Es crucial crear mecanismos de apoyo, mentorización y redes de colaboración entre mujeres, que contribuyan a su crecimiento profesional en un entorno históricamente dominado por hombres. Se trata de generar un entorno inclusivo y accesible, donde cualquier persona, sin importar su género, tenga la oportunidad de participar, prosperar y alcanzar el éxito. Este proceso requiere cambios profundos

a distintos niveles: desde el empoderamiento de las maestras para que se conviertan en modelos a seguir y promotoras del interés por STEM, hasta reformas estructurales en los sistemas educativos que aborden los sesgos de género. Además, es necesario un cambio cultural en la sociedad en su conjunto, que derribe los estereotipos y barreras que históricamente han desalentado la participación de las mujeres en estos campos.

El objetivo principal de este estudio es investigar cómo la integración de las disciplinas STEM y la robótica en la educación puede actuar como una herramienta poderosa para el empoderamiento de las maestras. Este enfoque no solo se centra en mejorar las habilidades técnicas de las educadoras, sino también en fortalecer su papel como líderes y agentes de cambio dentro de sus comunidades educativas. A través de este proceso, se busca no solo cerrar la brecha de género en estas áreas, sino también crear un modelo educativo más equitativo. Al examinar estrategias y prácticas educativas que efectivamente superen las barreras existentes, se pretende identificar los métodos más eficaces para promover una mayor representación y participación de las mujeres en STEM y la robótica, asegurando que el avance en estos campos sea inclusivo y representativo de toda la sociedad.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptualización de STEM y su relevancia en la educación contemporánea

El término STEM abarca las áreas académicas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, las cuales se consideran pilares fundamentales en la educación actual debido a su importancia en el progreso científico, la innovación tecnológica y el desarrollo económico sostenible (Hasanah, 2020). La educación STEM está estrechamente vinculada con la creación de empleos bien remunerados y de alta demanda, lo que pone de manifiesto la necesidad urgente de preparar a los estudiantes para un mercado laboral que está cambiando rápidamente. Estas disciplinas no solo brindan a los estudiantes las habilidades técnicas y el conocimiento necesario para abordar y resolver problemas complejos en diversos sectores, sino que también son clave para el desarrollo de competencias esenciales

como el pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de trabajo en equipo, todas ellas imprescindibles en la sociedad contemporánea.

La incorporación de STEM en los sistemas educativos actuales tiene un enfoque que va más allá de la simple transmisión de conocimientos aislados en cada una de estas áreas. La tendencia actual en la educación STEM es fomentar un enfoque interdisciplinario que permita la integración de estas áreas de manera más orgánica, reflejando su interconexión en el mundo real. Se trata de promover una visión interdisciplinaria y holística que permita a los estudiantes entender cómo se interrelacionan estas disciplinas para interpretar y resolver problemas del mundo real. Este enfoque educativo estimula la curiosidad, el descubrimiento y la innovación, incentivando a los estudiantes a aplicar lo aprendido en situaciones prácticas y a generar soluciones a problemas que impactan la vida cotidiana y el entorno global.

Además, la integración de STEM en el currículo busca preparar a las nuevas generaciones para los retos del siglo XXI, como los avances en inteligencia artificial, la sostenibilidad ambiental, y el crecimiento en campos tecnológicos emergentes. El enfoque en habilidades transferibles dentro del currículo STEM, como el análisis de datos y la programación, es particularmente relevante en una era donde la automatización y la inteligencia artificial transforman diversas industrias. Al fomentar una educación que conecta teoría con práctica, STEM contribuye a formar individuos no solo competentes en el ámbito técnico, sino también capaces de adaptarse a un entorno laboral en constante evolución y de contribuir activamente a la creación de soluciones innovadoras que beneficien a la sociedad en su conjunto. En este sentido, el enfoque STEM es clave para cultivar la próxima generación de líderes, científicos, ingenieros y tecnólogos que impulsarán el desarrollo futuro.

2.2. Importancia de la integración de la robótica en el currículo educativo

La robótica, como un campo interdisciplinario que integra elementos clave de las áreas STEM, juega un papel fundamental en la educación moderna, ya que ofrece a los estudiantes oportunidades para aplicar de manera práctica conceptos teóricos

de una manera tangible y envolvente (Greca et al., 2020). Con el auge de tecnologías como la robótica, la inteligencia artificial y el internet de las cosas, las competencias en robótica no solo son esenciales, sino también una puerta de entrada a carreras tecnológicas de alta demanda. La inclusión de la robótica en el currículo no solo permite a los alumnos adquirir habilidades técnicas esenciales, como el diseño, la programación y la construcción de robots, sino que también promueve el desarrollo de competencias transversales o "habilidades blandas", tales como el trabajo en equipo, la creatividad y la capacidad de resolver problemas de manera eficaz.

La robótica en la educación tiene un valor especial al proporcionar un entorno interactivo que va más allá de los métodos de enseñanza tradicionales, lo que puede ser un factor clave para captar el interés de aquellos estudiantes que suelen desconectarse de los enfoques más convencionales. La robótica, además, se ha convertido en un medio poderoso para que los estudiantes comprendan el impacto de la tecnología en la sociedad y cómo pueden ser parte activa en la creación de soluciones que mejoren su entorno. A través de mencionado medio, los estudiantes no solo interactúan con tecnología avanzada, sino que también participan en un proceso de aprendizaje activo que involucra la experimentación, el descubrimiento y la construcción de soluciones reales. Esto no solo los prepara para enfrentar los retos del futuro, sino que también despierta en ellos la curiosidad y el entusiasmo por las disciplinas STEM desde temprana edad, lo que puede allanar el camino hacia carreras en estos campos.

Además, fomenta un ambiente de aprendizaje inclusivo, donde estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje o intereses encuentran una plataforma común para explorar sus capacidades. Es importante resaltar que la robótica ha demostrado ser una herramienta inclusiva y motivadora para estudiantes con necesidades educativas especiales, quienes pueden encontrar en este campo una vía efectiva para desarrollar sus talentos y habilidades. Al trabajar en proyectos robóticos, los estudiantes desarrollan una mentalidad de innovación, ya que enfrentan desafíos que requieren soluciones creativas y colaborativas. Estos proyectos, al tener un componente práctico, también permiten que los alumnos experimenten un sentido de logro tangible cuando logran construir un robot o solucionar un problema técnico, lo que refuerza su autoconfianza y motivación para seguir aprendiendo.

Finalmente, la robótica en la educación no solo apoya la formación técnica, sino que contribuye a preparar a los estudiantes para un futuro en el que las habilidades digitales y tecnológicas serán esenciales. Las proyecciones indican que en los próximos años, muchas de las profesiones emergentes estarán relacionadas con la robótica y la automatización, por lo que familiarizarse con estas áreas desde la educación básica es fundamental. A medida que el mundo laboral evoluciona con la integración de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la automatización, el dominio de la robótica y las habilidades STEM en general se convertirá en una ventaja competitiva crucial. Por lo tanto, la enseñanza de robótica no solo impulsa el interés por las ciencias y la tecnología, sino que también proporciona una preparación sólida para los desafíos y oportunidades del siglo XXI.

3. MÉTODO

El presente estudio se basó en una revisión de la literatura sobre el empoderamiento de las maestras en áreas STEM y la integración de la robótica en el ámbito educativo. El objetivo fue analizar la información existente en relación con los desafíos y oportunidades que surgen al incluir estas disciplinas en los sistemas educativos, prestando especial atención al impacto que estas iniciativas tienen en la equidad de género y en la representación femenina en STEM.

Para la recolección de datos, se realizó una búsqueda exhaustiva de artículos académicos, libros, informes y publicaciones relacionadas con STEM, robótica educativa, empoderamiento de maestras y equidad de género en educación. Las bases de datos utilizadas para esta revisión incluyeron Google Scholar, Scopus, ERIC y Web of Science. Se priorizaron aquellos estudios publicados entre los años 2018 y 2023, con el fin de garantizar que las evidencias sean lo más recientes y relevantes posible.

3. RESULTADOS

Estudios recientes subrayan el impacto positivo que la robótica educativa tiene en la enseñanza de STEM, especialmente en el empoderamiento de alumnas y profesoras (García-Carrillo et al., 2021). Se ha evidenciado que la robótica no solo mejora las actitudes y competencias en STEM entre los futuros docentes (Romero-Rodríguez et al., 2023), sino que también ofrece múltiples beneficios en el aula.

En primer lugar, es crucial motivar a los futuros educadores a adentrarse en el mundo de la programación. Esto no solo les permitirá adquirir habilidades técnicas, sino que también les brindará la confianza necesaria para introducir a sus estudiantes en un entorno digital cada vez más relevante.

Además, mejorar las actitudes y competencias en STEM es fundamental. Al sentirse más capacitados y entusiasmados, los futuros docentes podrán inspirar a sus alumnos, facilitando su éxito académico y su interés por estas disciplinas.

La promoción activa de la inclusión de estudiantes mujeres en asignaturas STEM es otro aspecto esencial. Al romper con los estereotipos de género que han limitado su participación, se puede crear un ambiente educativo más equitativo que anime a las niñas y jóvenes a explorar estas áreas desde una edad temprana (Guevara-Muñoz, 2024).

Reducir la brecha de género existente en los campos STEM es un objetivo prioritario (Donoso et al., 2022). Esto implica no solo aumentar la representación femenina, sino también establecer políticas y prácticas educativas que garanticen un acceso justo y sin prejuicios para todos los estudiantes.

Por último, permitir que los futuros docentes integren elementos STEM, como la robótica, en su enseñanza es clave para crear experiencias de aprendizaje enriquecedoras (Fridberg et al., 2023). Esto no solo motivará a los estudiantes de primaria, sino que también despertará su curiosidad y su disfrute por el aprendizaje en estas áreas, estableciendo una base sólida para su desarrollo académico futuro.

El trabajo de Piedade et al. (2020) sugieren que la robótica puede ser una herramienta altamente efectiva para enseñar los principios de la programación y el

pensamiento computacional. Al incorporar la robótica educativa en la formación docente, se puede facilitar el aprendizaje de estos conceptos fundamentales, ayudando a los futuros educadores a desarrollar habilidades críticas que son esenciales en el entorno digital actual. Este enfoque no solo mejora su comprensión técnica, sino que también les permite transmitir de manera más efectiva estos conocimientos a sus estudiantes, promoviendo una enseñanza más dinámica y relevante.

Numerosas iniciativas se han puesto en marcha con el objetivo de enfrentar los desafíos relacionados con la baja participación femenina en STEM. Un ejemplo destacado es el proyecto W-STEM en América Latina, que busca promover la inclusión de las mujeres en estas áreas (Camacho et al., 2021). En Colombia, el Semillero de Mujeres Investigadoras ETITC representa otro esfuerzo significativo en este sentido, centrado en la formación y empoderamiento de mujeres jóvenes interesadas en la investigación científica (Castiblanco-Forero, 2021).

Las estrategias para incrementar la participación de las mujeres en STEM incluyen diversos enfoques. Entre ellas se encuentra la sensibilización, que implica generar conciencia sobre la importancia de la equidad de género en estas disciplinas. Además, la creación de entornos de apoyo, tanto en el ámbito educativo como en el profesional, es crucial para asegurar que las mujeres se sientan respaldadas y motivadas a continuar en estos campos. Finalmente, la implementación de programas educativos específicos orientados a desarrollar competencias STEM en mujeres desde edades tempranas es fundamental para cerrar la brecha de género existente y fomentar una participación más equitativa (Dávila et al., 2022).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis realizado en este estudio revela que la integración de disciplinas STEM y robótica en la educación tiene un impacto significativo no solo en la formación técnica de las maestras, sino también en su empoderamiento y en la promoción de la equidad de género en estos campos. Al proporcionar a las educadoras herramientas y conocimientos en áreas tradicionalmente dominadas por los

hombres, se fomenta una mayor representación femenina, lo cual es crucial para cerrar la persistente brecha de género en STEM y la robótica.

Uno de los aspectos más destacados es el papel que desempeña la robótica educativa como una herramienta práctica y motivadora para facilitar la enseñanza y el aprendizaje de STEM. Tal como lo demuestran varios estudios (García-Carrillo et al., 2021; Fridberg et al., 2023), la robótica no solo ayuda a las maestras a adquirir habilidades técnicas esenciales como la programación y el pensamiento computacional, sino que también refuerza su confianza en la enseñanza de estas materias. Esto es particularmente importante, ya que las maestras empoderadas pueden influir positivamente en sus estudiantes, especialmente en las niñas, rompiendo los estereotipos de género y animándolas a explorar carreras en STEM desde temprana edad.

Los resultados obtenidos también subrayan la importancia de motivar a las futuras educadoras a adoptar una actitud positiva hacia STEM, ya que su entusiasmo y competencia en estas áreas pueden transmitir a los estudiantes una visión más inclusiva y motivadora de estas disciplinas (Romero-Rodríguez et al., 2023). En este sentido, la formación docente juega un papel clave, pues al integrar la robótica y STEM en el currículo de formación de maestras, se crean oportunidades para que ellas mismas experimenten los beneficios de este enfoque educativo. Este proceso de empoderamiento, a su vez, contribuye a una mayor inclusión y equidad de género en las aulas, lo que resulta fundamental para fomentar un entorno educativo más justo y equitativo.

En relación con los esfuerzos por reducir la brecha de género en STEM, el estudio resalta diversas iniciativas que han sido implementadas con éxito en América Latina, como el proyecto W-STEM y el Semillero de Mujeres Investigadoras ETITC (Camacho et al., 2021; Castiblanco-Forero, 2021). Estas iniciativas representan un paso importante hacia la creación de entornos más inclusivos y accesibles para las mujeres, al mismo tiempo que proporcionan modelos a seguir que inspiran a las generaciones futuras. Asimismo, la sensibilización sobre la importancia de la equidad de género y la implementación de programas específicos que desarrollen

competencias STEM en mujeres desde edades tempranas son esenciales para lograr una participación más equitativa (Dávila et al., 2022).

En conclusión, el presente estudio reafirma que la integración de STEM y la robótica en la formación de maestras no solo mejora sus competencias técnicas, sino que también tiene un impacto directo en la equidad de género. Las maestras empoderadas en STEM actúan como agentes de cambio en el aula, inspirando a las nuevas generaciones, particularmente a las niñas, a romper barreras y participar activamente en estas disciplinas. No obstante, el camino hacia una mayor equidad en STEM requiere un esfuerzo continuo y multidimensional, que incluya cambios estructurales en los sistemas educativos, programas de sensibilización y un apoyo activo tanto en el ámbito educativo como en la sociedad en su conjunto. Solo así será posible cerrar la brecha de género y asegurar que el avance en estos campos sea verdaderamente inclusivo y representativo de toda la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camacho, A., García-Peñalvo, F., García-Holgadp, A., García, L., & Peñabaena, R. (2021). Construyendo el futuro de Latinoamérica: mujeres en STEM. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería*. 1-11. <https://doi.org/10.26507/ponencia.1847>
- Castiblanco-Forero, L. A. (2021). Estrategias de participación de la mujer investigadora en la ETITC. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería*. 1-11. <https://doi.org/10.26507/ponencia.2013>
- Çetin, M., & Demircan, H. Ö. (2020). Empowering technology and engineering for STEM education through programming robots: A systematic literature review. *Early Child Development and Care*, 190(9), 1323-1335. <https://doi.org/10.1080/03004430.2018.1534844>
- Dávila, G., Guzmán, I., Quintanilla, C., & Maciel, C. (2022). Venciendo los desafíos para la inclusión de mujeres en STEM. *Actas Del Congreso Internacional De Ingeniería De Sistemas*, 44-47. <https://doi.org/10.26439/ciis2022.6067>

- Donoso-Vázquez, T., Estradé, S., & Vergés, N. (2022). Brecha digital de género. *Documentos de trabajo (Fundación Carolina): Segunda época*, (70), 1-26. <https://doi.org/10.33960/issn-e.1885-9119.dt70>
- Fridberg, M., Redfors, A., Greca, I. M., & Terceño, E. M. G. (2023). Spanish and Swedish teachers' perspective of teaching STEM and robotics in preschool—results from the botSTEM project. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(1), 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09717-y>
- García-Carrillo, C., Greca, I. M., & Fernández-Hawrylak, M. (2021). Teacher perspectives on teaching the STEM approach to educational coding and robotics in primary education. *Education Sciences*, 11(2), 1-16. <https://doi.org/10.3390/educsci11020064>
- Greca Dufranc, I. M., García Terceño, E., Fridberg, M., Cronquist, B., & Redfors, A. (2020). Robotics and early-years STEM education: The botSTEM framework and activities. *European Journal of STEM Education*, 5(1), 1-13. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/7948>
- Guevara-Muñoz, C. A. (2024). Aplicando STEM+G: la Influencia de la Robótica Educativa en las Percepciones de Género en Algunas Zonas Rurales de Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 7315-7331. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10074
- Hasanah, U. (2020). Key definitions of STEM education: Literature review. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 16(3), 1-7. <https://doi.org/10.29333/ijese/8336>
- Ntemngwa, C., & Oliver, J. S. (2018). The Implementation of Integrated Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Instruction Using Robotics in the Middle School Science Classroom. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(1), 12-40. <https://doi.org/10.18404/ijemst.380617>
- Piedade, J., Dorotea, N., Pedro, A., & Matos, J. F. (2020). On teaching programming fundamentals and computational thinking with educational robotics: A didactic experience with pre-service teachers. *Education Sciences*, 10(9), 214.
- Romero-Rodríguez, J.-M., De la Cruz-Campos, J. C., Ramos Navas-Parejo, M., & Martínez-Domingo, J. A. (2023). Robótica educativa para el desarrollo de la

competencia STEM en maestras en formación. Bordón. *Revista De Pedagogía*,
75(4), 75–92. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2023.97174>

CAPÍTULO VI

RETOS EN EL ÁMBITO EDUCATIVO: REDUCCIÓN DE LA BRECHA DE GÉNERO EN STEM DESDE LA ROBÓTICA EDUCATIVA

Juan Manuel Trujillo Torres

jttores@ugr.es

<https://orcid.org/0000-0001-9612-4080>

Universidad de Granada (España)

Inmaculada Aznar Díaz

iaznar@ugr.es

<https://orcid.org/0000-0002-0018-1150>

Universidad de Granada (España)

José María Romero Rodríguez

romejo@ugr.es

<https://orcid.org/0000-0002-9284-8919>

Universidad de Granada (España)

María Natalia Campos Soto

ncampos@ugr.es

<https://orcid.org/0000-0002-3361-2930>

Universidad de Granada (España)

RESUMEN

La formación en STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y en robótica se ha consolidado como un elemento clave para el desarrollo tecnológico y económico en el siglo XXI. Estas áreas no solo fomentan la innovación, sino que también ofrecen múltiples oportunidades tanto profesionales como personales. No obstante, a lo largo de la historia y debido a factores culturales, se han establecido constructos sociales que han asignado tradicionalmente un carácter masculino o femenino a ciertos estudios y, en consecuencia, a determinadas profesiones, limita la participación y el progreso de las mujeres. Este estudio tiene como objetivo analizar la distribución de género en carreras vinculadas a STEM. Mediante una revisión sistemática, se busca destacar los retos y oportunidades para reducir esta brecha y promover un futuro más inclusivo y diverso en ciencia y tecnología. Los resultados indican que, aunque la presencia de mujeres varía según el país y la región, las áreas con mayor representación femenina suelen ser Biología, Psicología y Ciencias Sociales. Para profundizar en las causas de esta baja representación, se han analizado los factores que influyen en la reducida tasa de matriculación de mujeres en carreras STEM. Finalmente, este trabajo presenta determinadas propuestas, desde la robótica, con el objetivo de reducir esta brecha de género.

1. INTRODUCCIÓN

La promoción de la igualdad de género en la educación sigue siendo un desafío global en el siglo XXI, debido a las persistentes desigualdades entre hombres y mujeres (Fernández et al., 2023). En los últimos años, el ámbito educativo ha sufrido un cambio profundo debido al rápido desarrollo de la tecnología. Las áreas STEM se han consolidado como elementos clave para adquirir las competencias esenciales del siglo XXI. La robótica sobresale no solo como una herramienta educativa innovadora, sino también como un sector con alta demanda laboral y amplias oportunidades creativas (Hinojo et al., 2023; Romero-Rodríguez et al., 2023). No obstante, a pesar de los importantes avances en estas áreas, aún persiste una marcada desigualdad de género que restringe la participación equitativa de mujeres y niñas (Lozano Andrade et al., 2024; Cobreros et al., 2024). Los indicadores de la OCDE (2021) muestran que los hombres dominan los campos STEM, lo que subraya la necesidad de cambiar esta tendencia para no perder el talento femenino. Esta situación refleja una preocupante desigualdad social que debe ser abordada por educadores y responsables políticos a nivel mundial.

Las diferencias de género en la participación y desempeño en la educación STEM han sido ampliamente investigadas durante años (Castro-Rodríguez y Montoro, 2021). De acuerdo con la UNESCO (2019), los factores que influyen en esta brecha de género se agrupan en cuatro categorías: estudiantes, familia, escuela y sociedad.

Las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas ofrecen diversas oportunidades. No obstante, a lo largo del tiempo se han construido normas sociales que han asignado características femeninas o masculinas a determinados estudios y profesiones, perpetuando la separación de género en estos campos (Verdugo-Castro, 2022).

Los seres humanos forman estereotipos relacionados con disciplinas desde temprana edad, influyendo en su identidad, intereses y motivación para aprender (Simón-Ramos et al. 2022). Las mujeres, afectadas por estos estereotipos, enfrentan barreras en su rendimiento académico y en su interés por las disciplinas STEM, lo que requiere esfuerzos para integrarlas y retenerlas en estos campos, cruciales para la innovación y la competitividad.

Por ello, la Agenda 2030 cobra gran relevancia, sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) incluyen el ODS 4, centrado en garantizar una educación inclusiva y equitativa, y el ODS 5, que busca la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres.

Basándose en la literatura científica revisada, este estudio propone analizar las investigaciones relacionadas con la brecha de género en áreas STEM en España, centrándonos posteriormente en Andalucía, para conocer los factores que están dando lugar a esta situación y aportar propuestas que puedan paliar este problema. Las preguntas de investigación derivadas del objetivo principal y que guían esta investigación son las siguientes:

- RQ1: ¿Cuántos estudios se han publicado desde 2014 sobre la brecha de género en áreas STEM?
- RQ2: ¿Cuáles son los factores que influyen en esta brecha?

En los siguientes apartados se detallan los criterios metodológicos y las estrategias de búsqueda aplicadas en este estudio. A continuación, se exponen los resultados obtenidos de la revisión sistemática. Seguidamente, encontramos algunas propuestas para reducir esta brecha de género, a través de la robótica. Finalmente, se presentan unas conclusiones y una recopilación completa de las referencias bibliográficas consultadas para este trabajo.

La presentación de una propuesta para reducir la brecha de género en STEM, mediante la robótica, es esencial para fomentar una educación más inclusiva, preparar a las mujeres para el futuro laboral, desafiar estereotipos y promover el desarrollo de habilidades técnicas y prácticas. Esta iniciativa no solo beneficiará a las mujeres, sino que también enriquecerá el campo de STEM en su conjunto, contribuyendo a un futuro más equitativo y sostenible. Al promover la participación de las niñas en la robótica, se les ofrece la oportunidad de desarrollar competencias valiosas y de convertirse en futuras líderes en campos STEM, contribuyendo así a una sociedad más equitativa y diversa.

2. MÉTODO

Partiendo de la naturaleza del trabajo y con el fin de responder al objetivo y las preguntas de investigación, se ha utilizado una metodología de revisión sistemática de la literatura (García-Peñalvo, 2019; Sánchez-Meca, 2010). Para garantizar la rigurosidad y cumplir con ciertos estándares de calidad, la revisión se llevó a cabo en dos fases: una de planificación y otra de ejecución. En la primera fase, se establecieron los objetivos y preguntas de investigación, se definió la ecuación de búsqueda (Tablas 2 y 3), se seleccionaron las bases de datos a consultar, se determinaron los criterios de inclusión y exclusión (Tabla 1), y se diseñó el diagrama de flujo (Figura 1). En la fase de ejecución, se procedió a revisar la literatura, refinar los resultados obtenidos, extraer la información más relevante y representarla (Romero-Rodríguez et al., 2020). Además, se siguieron los estándares de calidad de la declaración PRISMA (Moher et al., 2009), incluyendo la descripción de los criterios de elegibilidad, las fuentes de información, el proceso de búsqueda y selección de estudios, la extracción de datos y la síntesis de los resultados. La ecuación de búsqueda se desarrolló a partir de los conceptos clave que orientan el estudio: “gap and gender and STEM and education”. Para limitar el número de resultados (1569) se incluyó como descriptor el constructo “factors”.

Por otro lado, la búsqueda se fijó en las bases de datos Web of Science (WOS) y Scopus ya que estas bases responden a los índices de impacto (JCR y SJR) y la indexación de artículos científicos en revistas revisadas por pares y que han pasado un proceso riguroso para estar incluidas en WOS y Scopus (Hinojo-Lucena, et al., 2019).

Tabla 1

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión (IN)	Criterios de exclusión (EX)
IN1: Artículos científicos	EX1: Documentos no revisados por pares.
IN2: Artículos publicados a partir de	EX2: Publicaciones anteriores a 2014.

Criterios de inclusión (IN)	Criterios de exclusión (EX)
2014	
IN3: Estudios realizados en el ámbito de Educación secundaria y superior.	EX3: Estudios relacionados con otras etapas educativas.
IN4: Estudios sobre la brecha de género con implicaciones educativas	EX4: Estudios sobre la brecha de género en otros ámbitos.

2.1. Proceso de revisión y establecimiento de la muestra

Como se mencionó previamente, la estrategia de búsqueda se llevó a cabo en dos bases de datos relevantes: Web of Science (WoS) y Scopus, debido a la calidad de los artículos que indexan y su amplio alcance. Después de elegir los descriptores que mejor representan el tema de este estudio y verificarlos en el tesoro de Eric, para asegurarse de que coincidan con las palabras clave más comunes en el lenguaje científico, se procedió a formular diversas ecuaciones de búsqueda (Tablas 2 y 3).

Tabla 2

Estrategia de búsqueda en la base de datos WOS

Base de Datos	Descriptores de búsqueda
WoS	Gap AND
(Topic)	Gender AND
	STEM AND
	Education AND
	Factors
Tipo de documento	Artículo
Periodo de tiempo	Desde 2014

Tabla 3*Estrategia de búsqueda en la base de datos Scopus*

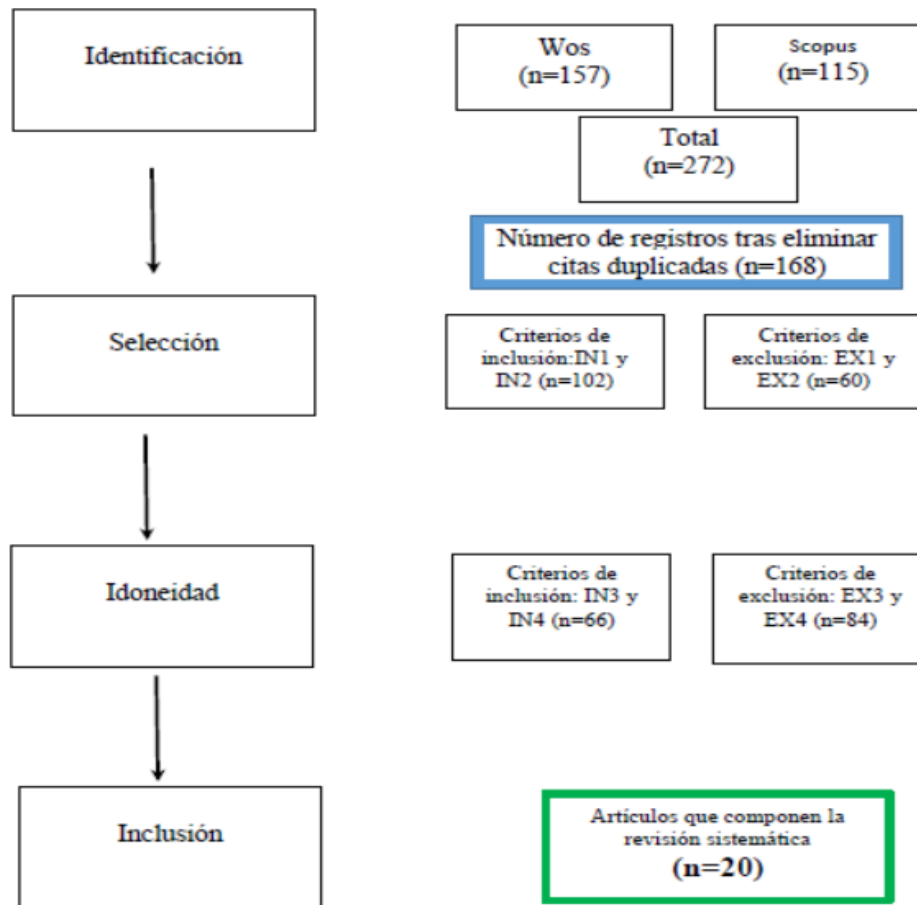
Base de Datos	Descriptores de búsqueda
Scopus	Gap AND
(Topic)	Gender AND
	STEM AND
	Education AND
	Factors
Tipo de documento	Artículo
Periodo de tiempo	Desde 2014

2.2 Recolección y análisis de datos

Para la recopilación de datos se siguieron las directrices de la declaración PRISMA, dividiendo el proceso de selección en cuatro etapas (Figura 1). La primera fase fue la de identificación, que incluyó todos los artículos obtenidos de las bases de datos analizadas tras aplicar la ecuación de búsqueda mencionada en las tablas 2 y 3. En la segunda fase, de selección, se eliminaron las referencias duplicadas y aquellas que cumplían con los criterios de exclusión (EX1 y EX2) descritos en la tabla 1. La tercera fase, denominada idoneidad, consistió en analizar los documentos para seleccionar los que respondían a los objetivos y preguntas de investigación, además de cumplir con los criterios de inclusión (IN3), descartando los restantes (EX3). Finalmente, en la fase de inclusión, se reunieron los artículos que conforman la muestra de esta investigación. La búsqueda se realizó a finales de septiembre de 2024, abarcando todos los artículos indexados en las bases de datos de WoS y Scopus desde el año 2014.

Figura 1

Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de datos, se empleó el software estadístico SPSS versión 27, con el cual se recopilaron y examinaron los datos.

3. RESULTADOS

Los resultados se han estructurado en dos ejes principales, derivados del análisis de los artículos revisados: los factores que inciden en la brecha de género en STEM y las experiencias de aprendizaje diseñadas para reducir dicha brecha. Entre los factores que afectan la brecha de género en STEM, se identifican diversas categorías, tales como la autoeficacia, la motivación, las expectativas, el apoyo social, los roles

de género, la identidad, los roles docentes, la ansiedad, las habilidades, los intereses, las metas, la confianza, el sesgo atribuido a los estereotipos, las creencias de valor, las aspiraciones profesionales, el agotamiento, el bienestar, el desempeño académico, las habilidades percibidas, la influencia del mercado laboral y la presión de los pares. De estos, cuatro factores sobresalen en la investigación analizada: las creencias, la autoeficacia, la motivación y las expectativas. En cuanto a las experiencias de aprendizaje, para reducir la brecha de género en STEM, se destaca la promoción de una mentalidad de crecimiento y el uso de la robótica.

Tabla 4

Artículos que versan sobre los factores que influyen en la brecha de género en áreas STEM

Referencia	Factores
Berofza-Valenzuela, F. y Salas-Guzmán, N. (2024). https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1378640	Creencias, autoeficacia, motivación y expectativas.
Berofza-Valenzuela, F. y Salas-Guzmán, N. (2024). https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2024-0129	
Zhong, B., Liu, X., & Huang, Y. (2023). https://doi.org/10.1177/07356331221092660	Complejidad de las tareas, habilidades y experiencias, los estilos de aprendizaje, las personalidades y temperamentos.
Pedersen, J. V., y Nielsen, M. W. (2023). https://doi.org/10.1080/03075079.2023.2220702	El origen sociodemográfico y la confianza en las propias habilidades perpetúan las disparidades de género en el desgaste STEM.
Cuevas, P., García-Arenas, M., y Rico, N. (2022). https://doi.org/10.3390/math10020239	Autoeficacia, estereotipos de género, antecedentes familiares y entorno. Las mujeres se perciben como incapaces de impulsar una carrera de ingeniería.
Verdugo-Castro, S., Sánchez-Gómez, M.C. & García-Holgado, A. (2022). https://doi.org/10.1007/s10639-022-11110-8	Motivaciones, formación académica y las influencias familiares y sociales.
Chan, R. C. H. (2022). https://doi.org/10.1186/s40594-022-00352-0	Autoeficacia, interés, aspiraciones educativas en STEM.

Referencia	Factores
Anaya, L., Stafford, F., y Zamarro, G. (2022). https://doi.org/10.1080/09645292.2021.1974344	Cómo perciben sus propias habilidades durante la infancia, ocupación de un progenitor en un área relacionada con las ciencias.
Martín-Gámez, C., García-Durán, D., Fernández-Oliveras, A. y Torres-Blanco, V. (2022). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11169	En numerosos casos, las mujeres son vistas como masculinas debido a la imagen que se transmite desde diversos sectores de la sociedad, incluido el sistema educativo. Como resultado, muchas mujeres no se sienten representadas en estas disciplinas, lo que fomenta prejuicios y creencias que contribuyen a la conocida brecha de género en estos campos.
Moè, A., Hausmann, M. y Hirnstein, M. (2021). https://doi.org/10.1007/s00426-019-01285-0	Estereotipos de género pueden ayudar a crear un "clima frío".
Alam, M., Sajid, S., Kok, J., Rehman, M. y Amin, A. (2021). https://doi.org/10.47836/pissh.29.2.06	Las actitudes, el género y las expectativas sobre el éxito profesional son factores positivos y significativos para predecir las actitudes hacia las disciplinas STEM, mientras que los estereotipos de género y el papel del profesorado actúan como factores negativos.
Ashlock, J., Stojnic, M. y Tufekci, Z. (2021). https://doi.org/10.1177/07311214211028617	Los procesos sociopsicológicos pueden desfavorecer a las mujeres debido a que no se alinean con su realidad.
Salmela-Aro, K. (2020). https://doi.org/10.1017/S1062798720000952	Se identificaron cuatro orientaciones motivacionales de género hacia el trabajo y la educación: aquellos enfocados en los ingresos (predominantemente hombres), quienes buscan oportunidades a futuro, los que equilibran trabajo y familia (principalmente mujeres).
Fernández-Cézar, R., Garrido, D., García-Moya, M., Gómezescobar, A. y Solano-Pinto, N. (2020). https://doi.org/10.3390/su12229354	Falta de interés en las materias STEM en la etapa de secundaria.
Makarova, E., Aeschlimann, B., y Herzog, W. (2019). https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00060	Se asocia a las matemáticas con la masculinidad. Los estereotipos de género pueden afectar a las aspiraciones.
Siani, A., y Dacin, C. (2018). https://doi.org/10.29311/ndtps.v0i13.2966	El nivel educativo de los padres influye en la intención de los estudiantes de seguir estudios en STEM.
Vázquez, I. M. V. y Blanco, Á. (2018). https://doi.org/10.6018/rie.37.1.303531	Autoeficacia, expectativas de resultados, intereses, aspiraciones ocupacionales y apoyos y barreras sociales.

Referencia	Factores
Pérez-Felkner, L., Nix, S. y Thomas, K. (2017). https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00386	Creencias de habilidades matemáticas de las mujeres más bajas que las de los hombres.
Ing, M. (2014). https://doi.org/10.1007/s10763-013-9447-3	Influencia de los padres, los medios de comunicación y los educadores.
Legewie, J. y DiPrete, T.A. (2014). https://doi.org/10.1177/0038040714547770	Dos características concretas en los planes para especializarse en los campos de STEM en la universidad: el plan de estudios de una escuela secundaria en STEM y la segregación de género de las actividades extracurriculares.

Fuente. Elaboración propia

4. Propuestas desde la robótica para reducir la brecha de género en áreas STEM

Para paliar la brecha de género en áreas STEM a través de la robótica, se pueden proponer varias estrategias y enfoques que fomenten la participación de niñas y mujeres en estas disciplinas. A continuación, algunas propuestas clave:

a) Programas de mentoría y modelos a seguir

Mentoras en robótica: establecer programas de mentoría donde mujeres profesionales en robótica o áreas STEM guíen a niñas y jóvenes. Contar con referentes femeninas puede inspirar a más niñas a interesarse por la robótica.

Visibilización de mujeres en robótica: crear campañas y eventos que promuevan el trabajo de mujeres destacadas en el campo de la robótica, tanto en medios educativos como en redes sociales.

b) Clases y talleres inclusivos

Talleres de robótica para niñas: diseñar talleres exclusivos para niñas, donde se les permita explorar la robótica sin los estereotipos de género. Estos espacios seguros pueden aumentar su confianza y fomentar su interés en la tecnología.

Currículums inclusivos: integrar la robótica en el currículo escolar desde etapas tempranas, asegurando que los materiales sean inclusivos y atractivos para ambos géneros. Es importante evitar sesgos de género en los contenidos, ejemplos y actividades.

c) Fomentar una mentalidad de crecimiento

Enseñar la resiliencia ante el fracaso: en los programas de robótica, enfatizar la importancia de la mentalidad de crecimiento, enseñando a las niñas que el error es parte del proceso de aprendizaje y que el éxito en STEM no está limitado por el género.

Proyectos colaborativos: diseñar proyectos de robótica en equipo donde se fomente la colaboración, el liderazgo y la igualdad de participación entre niñas y niños.

d) Apoyo familiar y social

Talleres para padres: ofrecer talleres para padres sobre la importancia de apoyar a sus hijas en el desarrollo de habilidades tecnológicas y científicas, ayudándoles a romper con estereotipos de género tradicionales.

Campañas de sensibilización: realizar campañas para sensibilizar a las comunidades sobre la importancia de la igualdad de género en STEM, destacando el papel crucial de las niñas y mujeres en el avance de la robótica.

e) Becas y programas específicos para niñas en robótica

Becas para niñas interesadas en robótica: establecer becas o financiamiento dirigido a niñas interesadas en estudiar robótica o participar en actividades STEM, facilitando su acceso a recursos y oportunidades de aprendizaje.

Iniciativas de empresas tecnológicas: promover que empresas en el sector tecnológico lancen programas de apoyo y becas para niñas y jóvenes interesadas en la robótica, colaborando con escuelas y universidades para reducir la brecha de género.

f) Espacios y laboratorios de robótica

Laboratorios de robótica accesibles: crear espacios de aprendizaje y laboratorios de robótica donde se fomente la inclusión y diversidad, asegurando que todas las estudiantes se sientan cómodas y motivadas para participar activamente.

Escuelas de verano de robótica: organizar campamentos o escuelas de verano centrados en la robótica que ofrezcan experiencias divertidas y atractivas para niñas, incentivando su interés a largo plazo.

Implementar estas estrategias puede contribuir a aumentar la participación de niñas y mujeres en la robótica, ayudando a cerrar la brecha de género en STEM y promoviendo la igualdad de oportunidades en estas áreas tecnológicas.

4. CONCLUSIONES

La brecha de género en los campos de STEM y robótica es un reto complejo que requiere la atención y colaboración de distintos sectores de la sociedad. Aunque se han logrado avances importantes en la inclusión de mujeres en estas áreas, aún existen barreras que dificultan su participación plena y desarrollo. Es fundamental entender que la igualdad de género no solo es una cuestión de justicia social, sino también una condición necesaria para el progreso tecnológico y científico. La diversidad de ideas y experiencias es clave para impulsar la innovación y resolver problemas complejos.

Alcanzar la equidad de género en STEM y robótica no solo es un objetivo deseable, sino una necesidad urgente para enfrentar los desafíos del siglo XXI. Para lograrlo, es imprescindible el esfuerzo coordinado de educadores, empresas, gobiernos y la sociedad en su conjunto. A través de programas inclusivos y de apoyo, es posible generar un entorno donde las mujeres tengan igualdad de oportunidades para desarrollarse en estos sectores clave. Cerrar la brecha de género es tanto posible como necesario para construir un futuro más justo y prometedor para todos.

Los estudios revisados sugieren que la brecha de género en STEM es multifacética, afectada por factores sociales, culturales e institucionales. Aunque algunas intervenciones han mostrado éxito en aumentar la participación femenina, los

efectos suelen variar según el contexto geográfico y la disciplina específica dentro de STEM.

Agradecimientos

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i Formación inicial de maestras para prevenir la brecha de género mediante educación STEM y robótica (FIMER) (Referencia: C-SEJ-009-UGR23), cofinanciado por la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación y por la Unión Europea con cargo al Programa FEDER Andalucía 2021-2027.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alam, M., Sajid, S., Kok, J., Rehman, M. y Amin, A. (2021). Factores que influyen en las intenciones de las estudiantes de secundaria de cursar estudios de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) en Malasia. *Pertanika J. Soc. Sci. Humano*. 29, 839–867. <https://doi.org/10.47836/pjssh.29.2.06>
- Anaya, L., Stafford, F., y Zamarro, G. (2022). Brechas de género en el rendimiento matemático, la capacidad matemática percibida y la educación universitaria STEM: el papel de la ocupación de los padres. *Educ. Econ.* 30, 113–128. <https://doi.org/10.1080/09645292.2021.1974344>
- Ashlock, J., Stojnic, M. y Tufekci, Z. (2021). Diferencias de género en la eficacia académica en los campos STEM. *Sociol. Perspectiva*. 65, 555–579. <https://doi.org/10.1177/07311214211028617>
- Beroíza-Valenzuela, F. y Salas-Guzmán, N. (2024). Redefining academic trajectories: A comprehensive analysis of the factors and impacts of the gender gap in STEM higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2024-0129>
- Beroíza-Valenzuela, F. y Salas-Guzmán, N. (2024). STEM and gender gap: a systematic review in WoS, Scopus, and ERIC databases (2012–2022). *Front. Educ.* 9 (1378640), 1-10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1378640>

- Castro-Rodríguez, E. y Montoro, A.B. (2021). Educación STEM y formación del profesorado de Primaria en España. *Revista de Educación*, (393), 353-378. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-393-497>
- Chan, R. C. H. (2022). Una perspectiva cognitiva social sobre las disparidades de género en la autoeficacia, el interés y las aspiraciones en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM): la influencia de las normas culturales y de género. *Int. J. STEM Educ.* 9(37). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00352-0>
- Cobrerros, L., Galindo, J. y Raigada, T. (2024). *Mujeres en STEM. Desde la educación básica hasta la carrera laboral*. Esade.
- Cuevas, P., García-Arenas, M., y Rico, N. (2022). ¿Por qué no STEM? Un caso de estudio sobre la influencia de los factores de género en la elección de educación superior de los estudiantes. *Matemáticas*, 10(239). <https://doi.org/10.3390/math10020239>
- Fernández, D., White, S., Smith, H. C. M., Connor, P. M. y Ryan, M. (2023). Desigualdad de género en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas: disparidades de tiempo de género en el tiempo percibido y real dedicado a actividades prácticas de laboratorio. *Frente. Educ.* 8:1194968, 1-10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1194968>
- Fernández-Cézar, R., Garrido, D., García-Moya, M., Gómezescobar, A. y Solano-Pinto, N. (2020). Equity or Stereotypes in Science Education? Perspectives from Pre-University Students. *Sustainability*, 12(22), 9354. <https://doi.org/10.3390/su12229354>
- García-Peñalvo, F. J. (2019, June 18). *Metodología de revisión sistemática de literatura*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3249429>
- Hinojo, F. J., Victoria, J. J., Campos, M. N. y Villalba, M. J. (2023). Fomento de las áreas STEM dentro de la formación inicial de futuras maestras. En MP. Cáceres, JA. López, F. Lara y E. Illescas (eds.), *Innovación pedagógica y competencia digital: perspectivas desde la investigación docente* (pp. 11-16). Dykinson.
- Hinojo-Lucena, F.J., Aznar-Díaz, I., Romero-Rodríguez, J.M. y Marín-Marín, J.A. (2019). Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. Una revisión sistemática. *Campus Virtuales*, 8(1), 9-18.

- Ing, M. (2014). Gender differences in the influence of early perceived parental support on student mathematics and science achievement and STEM career attainment. *Int J of Sci and Math Educ* 12, 1221–1239. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9447-3>
- Legewie, J., & DiPrete, T. A. (2014). El entorno de la escuela secundaria y la brecha de género en ciencias e ingeniería. *Sociología de la Educación*, 87(4), 259-280. <https://doi.org/10.1177/0038040714547770>
- Lozano Andrade, F., Mones Rosas, D., Salmerón Guerrero, R., & Zamudio Beltrán, Z. (2024). Fomento de la educación STEM por medio de vehículo semiautomático “B-Car” de bajo costo. Memorias del concurso lasallista De Investigación, Desarrollo e Innovación, 10(1), 68–73. <https://doi.org/10.26457/mclidi.v10i1.3795>
- Makarova, E., Aeschlimann, B., y Herzog, W. (2019). La brecha de género en los campos STEM: el impacto del estereotipo de género de las matemáticas y las ciencias en las aspiraciones profesionales de los estudiantes de secundaria. *Frente. Educ.* 4(60). <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00060>
- Martín-Gámez, C., García-Durán, D., Fernández-Oliveras, A. y Torres-Blanco, V. (2022). Factors to consider from education to promote an image of science and technology with a gender perspective. *Heliyon*, 8(10), e11169. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11169>
- Moè, A., Hausmann, M. y Hirnstein, M. (2021). Estereotipos de género y creencias incrementales en estudiantes STEM y no STEM en tres países: relaciones con el rendimiento en tareas cognitivas. *Psychol. Res.* 85, 554–567. <https://doi.org/10.1007/s00426-019-01285-0>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzla, J., Altman, D.G. (2009). PRISMA. Group Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine*, 6(e1000097).
- OCDE (2021). *Panorama de la educación 2021*. Indicadores de la OCDE. OCDE.
- Pedersen, J. V., y Nielsen, M. W. (2023). Gender, self-efficacy and attrition from STEM programmes: evidence from Danish survey and registry data. *Studies in Higher Education*, 49(1), 47–61. <https://doi.org/10.1080/03075079.2023.2220702>
- Pérez-Felkner, L., Nix, S. y Thomas, K. (2017). Caminos de género: cómo las creencias sobre la capacidad matemática dan forma a las elecciones de cursos y carreras

secundarias y postsecundarias. *Frente. Psychol.* 8 (386).
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00386>

- Romero-Rodríguez, J. M., De La Cruz-Campos, J. C., Ramos-Navas-Parejo, M. y Martínez-Domingo, J. A. (2023). Robótica educativa para el desarrollo de la competencia STEM en maestras en formación. *Bordón, Revista de Pedagogía*, 75(4), 75-92. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2023.97174>
- Romero-Rodríguez, J. M., Ramírez-Montoya, M.S., Aznar-Díaz, I., & Hinojo Lucena, F. J. (2020). Social Appropriation of Knowledge as a Key Factor for Local Development and Open Innovation: A Systematic Review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(2), 44. <https://doi.org/10.3390/joitmc6020044>
- Salmela-Aro, K. (2020). El papel de la motivación y el bienestar académico: la transición de la educación secundaria a la educación superior en STEM en Finlandia. *Eur. Rev.* 28. <https://doi.org/10.1017/S1062798720000952>
- Sánchez-Meca, J. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula abierta*, 38(2), 53-64.
- Siani, A., y Dacin, C. (2018). Una evaluación del sesgo de género y la actitud de los alumnos hacia las disciplinas STEM en la transición entre la escolarización obligatoria y la voluntaria. *Nuevo directo. Enseñar. Phys. Sci.* <https://doi.org/10.29311/ndtps.v0i13.2966>
- Simón-Ramos, M. G., Farfán-Márquez, R. M. & Rodríguez-Muñoz, C. (2022). Una perspectiva de género en matemática educativa. *Revista Colombiana de Educación*, (86), 235-254. <https://doi.org/10.17227/rce.num86-12093>
- UNESCO (2019). Descifrar el código: la educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). UNESCO.
- Vázquez, I. M. V. y Blanco, Á. (2018). Factores sociocognitivos asociados a la elección de estudios científico-matemáticos. Un análisis diferencial por sexo y curso en la Educación Secundaria. *Rev. Invest. Educ.* 37, 269-286. <https://doi.org/10.6018/rie.37.1.303531>
- Verdugo-Castro, S. (2022). *La brecha de género en los estudios universitarios del sector STEM en el espacio español de educación* [Tesis de doctorado]. Universidad de Salamanca, Salamanca, España. Repositorio Documental Gredos. <https://gredos.usal.es/handle/10366/150723>

- Verdugo-Castro, S., Sánchez-Gómez, M.C. & García-Holgado, A. (2022). University students' views regarding gender in STEM studies: Design and validation of an instrument. *Educ Inf Technol* 27, 12301–12336. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11110-8>
- Zhong, B., Liu, X., & Huang, Y. (2023). Effects of Pair Learning on Girls' Learning Performance in Robotics Education. *Journal of Educational Computing Research*, 61(1), 151-177. <https://doi.org/10.1177/07356331221092660>

CAPÍTULO VII

PREFERENCIAS DOCENTES EN LA SELECCIÓN DE SIMULACIONES VIRTUALES PARA ÁREAS STEM

Daniel Moreno-Mediavilla

[*daniel.moreno@unir.net*](mailto:daniel.moreno@unir.net)

<https://orcid.org/0000-0002-5633-2376>

Universidad Internacional de La Rioja (España)

Alicia Palacios Ortega

[*alicia.palacios@unir.net*](mailto:alicia.palacios@unir.net)

<https://orcid.org/0000-0002-7906-1417>

Universidad Internacional de La Rioja (España)

Virginia Pascual López

[*virginia.pascual@unir.net*](mailto:virginia.pascual@unir.net)

<https://orcid.org/0000-0001-9442-1380>

Universidad Internacional de La Rioja (España)

RESUMEN

Las nuevas tendencias en la enseñanza de las ciencias se preocupan no solo por el aprendizaje de contenidos conceptuales sino también por el desarrollo de competencias que implican saber hacer ciencia. Para ello el trabajo experimental se vuelve imprescindible. En este sentido, una de las herramientas de apoyo al trabajo experimental en el aula son las simulaciones virtuales. Estas permiten mejorar el aprendizaje de contenidos científicos y la comprensión de modelos, así como desarrollar competencias de trabajo científico y favorecer las emociones positivas hacia la ciencia. A pesar de ello, el uso de estas herramientas por sí solas no garantiza el aprendizaje. En este sentido, es imprescindible que el docente sea capaz de buscar y seleccionar las simulaciones virtuales que cumplan con unas características técnicas, funcionales y pedagógicas acordes a los objetivos de aprendizaje, así como diseñar propuestas didácticas adecuadas. El objetivo de este trabajo es caracterizar las simulaciones virtuales más utilizadas por los docentes de áreas STEM de Educación Secundaria en España. Para ello se parte de un listado de los repositorios de simulaciones virtuales más usados por los docentes de áreas STEM de España y se analiza cada uno de ellos en función a dos grandes dimensiones: la técnica y funcional y la pedagógica. Los resultados muestran que el profesorado busca el uso de laboratorios funcionales, de manejo sencillo y alta interactividad, en detrimento de los entornos de trabajo más inmersivos.

1. INTRODUCCIÓN

La introducción de la tecnología educativa en las aulas de ciencias ha facilitado el desarrollo e implementación de recursos didácticos digitales de gran valor para la enseñanza de áreas STEM (Oliveira et al., 2019). Este es el caso de los simuladores virtuales, definidos por De Jong y Van Joolingen (1998) como aplicaciones interactivas que muestran una representación virtual de un fenómeno o sistema. Las simulaciones son herramientas didácticas eficaces para la mejora del aprendizaje de los estudiantes (Rutten et al., 2012; Velasco y Buteler, 2017). Gracias a este recurso, el estudiante es capaz de observar y manipular objetos, variables y fenómenos, e incluso, de visualizar los cambios producidos a través de diferentes representaciones (Blake y Scanlon, 2007). A través de su uso los estudiantes puedan llegar a comprender el modelo conceptual al que obedece una determinada simulación, lo que ayuda a identificar y corregir sus preconcepciones erróneas (Ronen y Eliahu, 2000; Trudel y Metioui, 2011). Además, permiten conectar conceptos generales con los más avanzados (Karayilan et al., 2021) y contextualizar el aprendizaje de estos (Fiad y Galarza, 2015). Respecto al desarrollo de competencias científicas, las simulaciones favorecen el desarrollo del método científico y mejoran las habilidades de indagación (Fan y Geelan, 2013). A estas mejoras para el aprendizaje, se le une el potencial de las simulaciones virtuales para captar la atención del estudiante (Oliveira et al., 2019) y aumentar su compromiso por el aprendizaje (Peechapol, 2021).

Así mismo, las simulaciones poseen algunas características intrínsecas que las hacen especialmente interesantes, como son que proporcionan gran flexibilidad en cuanto a dónde y cuándo se usan, que pueden ser utilizadas simultáneamente por un gran número de estudiantes y que la visualización e interacción con el fenómeno puede repetirse tantas veces como se quiera (Correia et al., 2019). Los estudios al respecto (Adams et al., 2008; Podolefsky et al., 2010) también destacan que el aprendizaje mejora con niveles altos de interactividad y realismo, y que las simulaciones deben presentar un diseño intuitivo que favorezca la exploración.

Llegados a este punto, es importante considerar que el uso del recurso por sí solo no asegura una mejora del aprendizaje (Smetana y Bell, 2012). Para lograr el éxito

es imprescindible la labor del docente en la búsqueda y selección de la simulación más adecuada, en el diseño de una propuesta didáctica que favorezca el aprendizaje científico y en cómo se desarrolle su implementación en el aula (Lee et al., 2023; Palacios et al., 2024). Un estudio reciente (Pozuelo et al., 2023) muestra que una de las cuestiones que más preocupan al profesorado en cuanto a la puesta en práctica de las simulaciones es la dificultad para buscar y seleccionar el simulador más adecuado para cada área temática.

En este sentido, la amplia variedad de simulaciones virtuales disponibles (Alkhaldi et al., 2016; D'Angelo et al., 2014) y el carácter efímero de algunas de ellas, debida a la obsolescencia intrínseca de los recursos digitales (Vergara y Fernández-Arias, 2022), hace que la labor docente de búsqueda sea compleja. La selección de la simulación más adecuada, además, implica un conocimiento profundo de las características técnicas, funcionales y pedagógicas de las simulaciones y de los repositorios en las que se encuentran. A estos aspectos se une el poco tiempo del que dispone el docente para analizar las características de los diferentes simuladores y comprender así las ventajas e inconvenientes que cada uno de ellos puede ofrecer (De Pro Bueno et al., 2022). Los estudios de caracterización de simulaciones virtuales previos son variados y se centran en diferentes modelos conceptuales en función del área o del tipo de simulador, como los descritos para materiales multimedia por Marqués (2003), los descritos para simulaciones y laboratorios de Biología por López (2004), los definidos para laboratorios virtuales de Química por Cataldi et al. (2012) o los basados en el enfoque ontosemiótico del conocimiento en Matemáticas (Barreras et al., 2022; Godino et al., 2019). Estos estudios plantean la necesidad de seguir analizando la idoneidad didáctica de los recursos utilizados por el docente para la mejora del proceso de enseñanza - aprendizaje de las ciencias.

En este contexto, se plantea una investigación cualitativa para caracterizar las simulaciones virtuales más utilizadas por los docentes de áreas STEM de Educación Secundaria en España. La caracterización técnica, funcional y pedagógica de los repositorios de simulaciones más utilizados pretende comprender cuáles son las preferencias de los docentes respecto a la selección de simulaciones virtuales, así

como ofrecer un análisis que el docente pueda utilizar como base para decantarse por uno u otro repositorio en función de sus necesidades.

2. MÉTODO

En el presente trabajo se ha realizado una evaluación de las principales simulaciones virtuales utilizadas por el profesorado de secundaria en España de las áreas de Matemáticas, Tecnología y Ciencias Experimentales. Para ello, se ha realizado un análisis cualitativo que permite definir las principales características de cada simulador virtual.

2.1. Determinación de las simulaciones virtuales más usadas

Para averiguar cuáles son las simulaciones virtuales más usadas por los docentes de ciencias españoles, se parte de los resultados de un estudio más amplio. En dicho estudio se analiza qué simulaciones virtuales son las más utilizadas en clases, además de las competencias y actitudes del profesorado de áreas STEM ante su uso (Gómez et al., 2022; Palacios et al., 2024). La muestra, fue obtenida mediante un muestreo no probabilístico casual y consta de 609 docentes de Educación Secundaria de Matemáticas, Física, Química, Biología, Geología y Tecnología, que trabajan en centros públicos (80.8%), concertados (16.3%) y privados (3%) en todas las comunidades autónomas.

2.2. Instrumento de evaluación

Para desarrollar la evaluación de las simulaciones virtuales se han tomado como base los trabajos de Palacios et al. (2016), López (2004) y Marqués (2003). A partir de estos estudios se han establecido dos dimensiones de análisis: una referida a la evaluación técnica y funcional (D1) y otra referida (D2) a los aspectos pedagógicos.

La dimensión relacionada con la evaluación de los aspectos técnicos y funcionales consta de 8 indicadores: información al usuario, entorno visual y características multimedia, navegación, interactividad, contenidos y servicios de ayuda, acceso a

otros recursos y adecuación del diseño al nivel educativo. La dimensión relacionada con los aspectos pedagógicos consta de 11 indicadores: relevancia de contenidos y adecuación al nivel cognitivo del alumno, trata varios experimentos, eficacia en el aprendizaje, capacidad de motivación, tutorización, autonomía, esfuerzo cognitivo, evaluación, comunicación sincrónica y asincrónica, si incluyen instrucciones o guías de trabajo incluidas en el propio *software* para el profesor, y si incluyen instrucciones o guías de trabajo incluidas en el propio *software* para el alumno.

El análisis se realizó en dos pasos, en primer lugar, tres expertos independientes evaluaron de forma individual las simulaciones y, en segundo lugar, se pusieron en común los resultados, llegando a consenso en los casos en los que se encontraron valoraciones dispares.

3. RESULTADOS

En este trabajo se analizan los repositorios de simulaciones virtuales más utilizados por los docentes de ciencias en sus clases según el estudio previo realizado: *PhET*, *labovirtual.blogspot.com*, *Educaplus*, *Golab*, *Crocodile clips*, *Geogebra*, *Desmos*, y *Biomodel*. Estos repositorios se han clasificado en dos grandes grupos los que incluyen simulaciones virtuales de distintas materias STEM (*PhET*, *labovirtual.blogspot.com*, *Educaplus*, *Golab*) y los que son específicos de algún área concreta (*Crocodile clips*, *Geogebra*, *Desmos*, y *Biomodel*).

La plataforma de simulaciones *PhET* pertenece a la Universidad de Colorado. En ella están disponibles de manera gratuita 110 simulaciones encuadradas en 5 áreas diferentes: Física, Química, Matemáticas, Ciencias de la Tierra y Biología. Aunque las temáticas son muy variadas, de manera general coinciden en cuanto a características técnicas, funcionales y pedagógicas. Todas las simulaciones han sido construidas mediante lenguaje HTML5, muestran el fenómeno en dos dimensiones y no incluyen ni elementos de realidad aumentada ni de realidad virtual. En cuanto a las características técnicas y funcionales destacan por su excelente facilidad de uso, su carácter intuitivo y la posibilidad de manipular un número importante de variables de manera rápida y sencilla. Respecto a las características multimedia, destacan por tener entornos visuales atractivos, de calidad y que favorecen la

organización de los contenidos que muestran. Otros aspectos que los diferencian es que todos ellos contienen información adicional para el docente sobre su uso y objetivos de aprendizaje, así como acceso a otros recursos, actividades, material para el docente e incluso servicios de ayuda técnica.

Los aspectos pedagógicos más interesantes que ofrecen los simuladores *PhET* son la relevancia de los contenidos que trabajan, su adecuación al nivel cognitivo de educación secundaria, su alta capacidad para facilitar el aprendizaje y la exploración del estudiante, así como que un mismo simulador permite trabajar diferentes experimentos y fenómenos. Además, están disponibles en varios idiomas y algunos de ellos disponen de funciones que favorecen una enseñanza inclusiva de todos los estudiantes. La capacidad de los simuladores para motivar al estudiante al estudio es variable entre unos y otros, en función de las características de cada simulador, como el hecho de que esté contextualizado en temáticas de interés para el estudiante o que sea capaz de mostrar efectos que puedan sorprender o despertar la curiosidad del estudiante.

Existen tres cualidades que no contemplan estos simuladores, son el hecho de que no contienen instrucciones para el estudiante, que por sí solos no incluyen ningún tipo de evaluación que pueda favorecer la retroalimentación del estudiante y que no permiten la comunicación con otros estudiantes ni con el docente, al no permitir la descarga de resultados ni su envío.

La plataforma *labovirtual.blogspot.com* es un blog creado por el profesor Salvador Hurtado Fernández, que ofrece simulaciones virtuales en español insertadas en propuestas didácticas de trabajo experimental. Las simulaciones abarcan la mayor parte de los contenidos de física y química de Educación Secundaria. Sus simulaciones muestran el fenómeno o experimento en dos dimensiones y no incluyen elementos inmersivos. Las características técnicas, funcionales y pedagógicas de todos los recursos son muy similares, dado que han sido creados por un mismo autor y bajo unas mismas premisas. A nivel técnico y funcional destacan principalmente por su fácil acceso, por aportar información de interés sobre su uso al usuario y por disponer de una navegación muy sencilla e intuitiva, ofreciendo claridad y organización en los contenidos que desarrollan. El entorno visual, aunque

es adecuado, no tiene unas características multimedia sobresalientes ni una amplia interactividad que hagan especialmente atractivos los simuladores. Estos simuladores contienen pocos servicios de ayuda y enlaces externos, aunque dada su sencillez de uso, en general no son necesarios.

A nivel pedagógico, destacan por trabajar contenidos relevantes de manera sencilla e intuitiva lo que facilita el aprendizaje. Por el contrario, el desarrollo de las prácticas propuestas con los simuladores, en general, no requiere de demasiado esfuerzo cognitivo y una simulación no suele permitir diferentes tipos de experimentos. Al ser sencillas y acompañarlas de unas instrucciones de uso muy detalladas para el estudiante, permite un trabajo autónomo por parte del mismo. Estos simuladores no contienen instrucciones específicas para el docente, aunque en general no son necesarias, y tampoco permiten en ningún caso la autoevaluación del estudiante ni la comunicación síncrona o asíncrona ni con el docente ni con otros compañeros.

La plataforma de simulaciones *Educaplus* está diseñada por el profesor Jesús Peña. Incluye un repositorio con simulaciones, ejercicios y juegos que cubren todas las áreas STEM. Todas las simulaciones han sido construidas mediante lenguaje HTML5 y se desarrollan en entornos 2D que muestran el fenómeno de estudio de manera esquemática. Además, incluyen el material que sería necesario para desarrollar el experimento y permiten modificar de manera sencilla y clara las variables que definen el proceso, incluyendo las ecuaciones y las constantes que permiten su cálculo. Algunas de las simulaciones incluyen, además, instrucciones iniciales de carácter didáctico al usuario, pero en la mayoría de los casos, las simulaciones no incluyen material ni servicios de ayuda ni tampoco permiten el acceso a otros enlaces con información complementaria.

Respecto a los aspectos pedagógicos, los contenidos que se incluyen se presentan de manera clara y organizada, y la organización de todos los elementos que componen la simulación facilita el desarrollo del aprendizaje del usuario, fomentando su autonomía en el aprendizaje y potenciando el esfuerzo cognitivo del aprendiz y su motivación.

Como aspectos negativos cabe destacar que no incluyen ningún sistema que permita la autoevaluación del estudiante ni la interacción entre usuarios o con el docente.

GoLab es una plataforma colaborativa financiada a través del proyecto Horizonte 2020 de la Unión Europea, donde se pueden encontrar numerosas simulaciones virtuales de las distintas disciplinas STEM. Al ser un repositorio colaborativo, las simulaciones que se pueden encontrar en ella son muy variadas en cuanto a características tecnológicas y pedagógicas, encontrándose en ella simulaciones creadas por diversas instituciones e incluso por autores independientes. A pesar de ello, en líneas generales se puede destacar como aspecto positivo que son altamente interactivas, ofrecen gran facilidad de navegación y los contenidos a tratar se muestran de manera clara y muy bien organizada. A pesar de que el repositorio ofrece laboratorios en remoto, las simulaciones no incluyen elementos inmersivos.

A nivel pedagógico, los contenidos que muestran son adecuados al nivel cognitivo del alumnado y al currículo educativo de secundaria, ofreciendo incluso una clasificación por rango de edad que facilita su búsqueda. También es interesante destacar que permiten realizar diferentes experimentos a través de una misma simulación.

Por el contrario, como punto negativo destaca el hecho de que no permiten establecer ningún tipo de comunicación, ni entre profesor-alumno, ni alumno-alumno.

Crocodile Clips es un *software* constituido por varias simulaciones virtuales de Física, Química, Tecnología y Matemáticas, desarrollado por la empresa *Sumdog*. Tiene acceso limitado, y, por tanto, algunas consejerías de educación han optado por adquirirlo para su comunidad educativa. No obstante, existe una versión gratuita, que muestra solo las simulaciones relacionadas con tecnología, y que permite simular circuitos eléctricos. El análisis desarrollado a continuación se basa en el acceso gratuito de la herramienta.

Como aspectos técnicos a destacar están que presenta una alta interactividad, permitiendo que los alumnos puedan aprender activamente modificando e introduciendo distintas variables, muestra numerosos elementos de ayuda para que la experiencia de uso sea sencilla, y, además, su diseño es adecuado a la enseñanza secundaria.

Como aspectos pedagógicos más interesantes están el hecho que se puedan tratar distintos experimentos, y que fomenta una comunicación asíncrona tanto con el profesor como con otros compañeros al permitir descargarte los circuitos diseñados. También es relevante destacar que requieren de un aprendizaje activo por parte del estudiante, no solo por las posibilidades en la manipulación, sino porque se adecua y requiere de cierto esfuerzo cognitivo, que le ayuda a explorar, comprender y comparar contenidos.

Como aspectos negativos, se puede destacar que no incluyen una retroalimentación clara y, aunque sí incluyen guías de trabajo para el estudiante, no lo hacen para el profesorado.

La plataforma *DESMOS* incluye un conjunto de simulaciones de calculadoras gráficas, científicas, de matrices y geometría que se pueden trabajar a través de secuencias didácticas prediseñadas. En la mayoría de las aplicaciones se representa un entorno visual en 2D (excepto en el simulador específico de gráficas 3D) que permite una navegación sencilla y clara. Incluye un completo servicio de tutorización, ayuda y acceso a otros recursos a parte de los incorporados en la propia plataforma. Desde el punto de vista didáctico cabe destacar el fomento de la autonomía y desarrollo cognitivo en el usuario que implica el uso de las simulaciones, además permite una comunicación sincrónica y asincrónica alumno-profesor. Incluye, además instrucciones o guías de trabajo en el propio *software* tanto para el docente como para el discente que incluyen situaciones contextualizadas.

GeoGebra es uno de los simuladores más usados en el área de las matemáticas para los contenidos de geometría, álgebra, estadística y cálculo. Permite trabajar desde la representación de funciones hasta las interacciones en simulaciones complejas de física, química o ingeniería. Se desarrolla a través de un *software* de código abierto, libre y gratuito que ha permitido el desarrollo de una comunidad de millones de usuarios. En términos técnicos y funcionales, el *software* incluye una amplia información sobre su uso y el entorno de trabajo es sencillo, claro y permite una interactividad completa. Dispone de servicios de ayuda e incluye acceso a

formaciones propias a través de videos. Al tener un repositorio tan amplio, no hay problema en encontrar simulaciones adecuadas al nivel educativo que se trabaje.

En líneas generales desde el punto de vista pedagógico, el *software GeoGebra* plantea una enseñanza basada en la autonomía del alumno, que permite desarrollar diferentes experimentos o prácticas con un mayor o menor esfuerzo cognitivo. Ofrece la posibilidad de trabajar con situaciones contextualizadas y próximas al entorno real de trabajo, o trabajar de manera más esquemática y simbólica.

El verdadero punto fuerte de estas simulaciones es la gran cantidad de información de la que dispone el docente y el alumnado a través de las comunidades de trabajo, los canales de *youtube* y los repositorios en la propia plataforma.

La plataforma *Biomodel* ha sido creada por el profesor Ángel Herráez de la Universidad de Alcalá de Henares. Sus simulaciones virtuales desarrollan contenidos específicos de Bioquímica y Biología Molecular tanto de educación secundaria como de nivel universitario y se encuentran disponibles en español y algunas de ellas en inglés. Todas las simulaciones se encargan de representar en dos dimensiones un entorno real de laboratorio. En cuanto a sus características técnicas y funcionales, sus simulaciones destacan por contener mucha información para el usuario, tanto alumno como docente, y muchos enlaces de ayuda y de ampliación. Las simulaciones en general son muy sencillas y bastante intuitivas, permitiendo interactuar con muchos parámetros en una misma simulación. No destaca por su entorno visual, aunque es adecuado. Respecto a los aspectos pedagógicos, es importante destacar que contiene actividades que permiten la retroalimentación del estudiante y su autoevaluación, lo que favorece en gran medida el uso autónomo por parte del estudiante. El planteamiento de las simulaciones y las propuestas didácticas que la acompañan facilitan en gran medida el aprendizaje al permitir tratar diferentes experimentos y contenidos de diferente dificultad. Un aspecto que no permiten estas simulaciones es la de mantener una comunicación síncrona o asíncrona con el docente u otros usuarios.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este estudio se ha desarrollado el análisis cualitativo de los repositorios de simulaciones virtuales más utilizados por los docentes de áreas STEM en España. Entre ellos, destacan repositorios que tratan contenidos de diferentes materias y otros más específicos de un área concreta. Atendiendo a las dimensiones a evaluar en este estudio, los aspectos técnicos y funcionales más destacables de los repositorios evaluados son la alta interactividad y facilidad de navegación. Estas características de los simuladores han sido previamente definidas por Adams et al. (2008) y Podolefsky et al. (2010) como claves del éxito de las simulaciones en la mejora del aprendizaje de los estudiantes. Una cuestión técnica que llama la atención es que a pesar del auge de las tecnologías inmersivas (Radianti et al., 2019), ninguno de los repositorios utilizados de manera habitual por los docentes incluye este tipo de tecnología, siendo además en su mayoría simulaciones con entorno en dos dimensiones.

Dentro de los aspectos pedagógicos, uno de los aspectos en los que coinciden la mayor parte de las simulaciones analizadas es en que son simulaciones sencillas, fáciles de utilizar y permiten desarrollar varios experimentos con una única simulación, facilitando el aprendizaje autónomo por parte del estudiante. En este sentido, Homer y Plass (2014) mostraron que son más útiles las simulaciones no demasiado complejas, facilitando al estudiante centrar su atención en la práctica diseñada. En contraposición, la mayor parte de los repositorios no incluyen simulaciones con preguntas que guíen el aprendizaje ni tampoco que ofrezcan una evaluación o retroalimentación al estudiante. Sin embargo, estos aspectos han sido destacados como requisitos del material didáctico que debe acompañar a la simulación (Correia et al., 2019, Ryoo et al., 2018).

En conclusión, el análisis desarrollado muestra que el profesorado de áreas STEM busca el uso de laboratorios de manejo sencillo, alta interactividad y con información adicional que permita favorecer el trabajo didáctico, sacrificando los entornos de trabajo más inmersivos por aquellos que resultan más funcionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, W. K., Reid, S., LeMaster, R., McKagan, S., Perkins, K., Dubson, M., y Wieman, C. E. (2008). A Study of Educational Simulations Part II – Interface Design. *Journal of Interactive Learning Research*, 19(4), 551-577. <https://www.learntechlib.org/p/24364>
- Alkhaldi, T., Pranata, I., y Athauda, R. I. (2016). A review of contemporary virtual and remote laboratory implementations: Observations and findings. *Journal of Computers in Education*, 3(3), 329-351. <https://doi.org/10.1007/s40692-016-0068-z>
- Barreras, Á., Dubarbie, L. y Oller-Marcén, A. M. (2022). Análisis de applets de GeoGebra para la enseñanza del límite de una función. *Bordón, Revista de Pedagogía*, 74(4), 65-83. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.93361>
- Blake, C., y Scanlon, E. (2007). Reconsidering simulations in science education at a distance: Features of effective use. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(6), 491-502. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2007.00239.x>
- Campos Mera, G. y Benarroch Benarroch, A. (2024). Laboratorios virtuales para la enseñanza de las ciencias: una revisión sistemática. *Enseñanza de las Ciencias*, 42(2), 109-129. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6040>
- Cataldi Zulma Cataldi, Claudio Dominighini, Diego Chiarenza y Fernando J. Lage (2012) TICs en la enseñanza de la Química: Propuesta de Evaluación Laboratorios Virtuales de Química (LVQs). *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*, 7, 50-59.
- Correia, A., Koehler, N., Thompson, A., y Phye, G. (2019). The application of PhET simulation to teach gas behavior on the submicroscopic level: secondary school students' perceptions. *Research in Science & Technological Education*, 37(2), 193-217. <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1487834>
- D'Angelo, C., Rutstein, D., Harris, C., Bernard, R., Borokhovski, E., y Haertel, G. (2014). Simulations for STEM learning: systematic review and meta-analysis. *SRI Education*, 58.

- De Jong, T., y Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179-201. <https://doi.org/10.3102/00346543068002179>
- De Pro Bueno, A., de Pro Chereguini, C. y Cantó Doménech, J. (2022). Cinco problemas en la formación de maestros y maestras para enseñar ciencias en Educación Primaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(36.1), 185-202. <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92510>
- Fan, X. y Geelan, D. R. (2013). Enhancing students' scientific literacy in science education using interactive simulations: A critical literature review. *J. Computer in Mathematics & Science Teaching*, 32(2), 125-171.
- Fiad, S. B. y Galarza, O. D. (2015). El Laboratorio Virtual como Estrategia para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Concepto de Mol. *Formación universitaria*, 8(4), 03-14. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062015000400002>
- Fuentes, A., López, J., y Pozo, S. (2019). Analysis of the digital teaching competence: Key factor in the performance of active pedagogies with augmented reality. [Análisis de la competencia digital docente: Factor clave en el desempeño de pedagogías activas con realidad aumentada] *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia Y Cambio En Educacion*, 17(2), 27-42. <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.2.002>
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2019). The onto-semiotic approach: implications for the prescriptive character of didactics. *For the Learning of Mathematics*, 39(1), 38-43. <https://www.jstor.org/stable/26742011>
- Gómez del Amo, R., Palacios, A., Moreno Mediavilla, D., y Barreras, Á. (2022). Competencias docentes en el uso de simulaciones virtuales STEM: diseño y validación de un instrumento de medida (CDUSV). *Bordón: Revista de pedagogía*, 74(4), 85-102. <https://doi.org/10.13042/BORDON.2022.94154>

- Homer, B. D., y Plass, J. L. (2014). Level of interactivity and executive functions as predictors of learning in computer-based chemistry simulations. *Computers in Human Behavior*, 36, 365-375. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.03.041>
- Karayilan, M., Vakil, J., Fowler, D., Becker, M. L., y Cox, C. T. (2021). Zooming in on polymer chemistry and designing synthesis of high sulfur-content polymers for virtual undergraduate laboratory experiment. *Journal of Chemical Education*, 98(6), 2062-2073. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00105>
- Lee, W.C., Neo, W.L., Chen, DT. y Lin T.B (2021). Fostering changes in teacher attitudes toward the use of computer simulations: Flexibility, pedagogy, usability and needs. *Education and Information Technologies* 26, 4905-4923 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10506-2>
- López García, M. (2008). Los laboratorios virtuales aplicados a la Biología en la enseñanza secundaria. Una evaluación basada en el modelo CIPP. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- Marqués Graells, P. (2003). Calidad de la formación virtual y de los materiales multimedia [en línea]. En Pere Marqués & tecnología educativa. Disponible en: <http://www.peremarques.net/barnaub03.htm> [fecha de consulta: 15 marzo 2016].
- Oliveira, A., Feyzi Behnagh, R., Ni, L., Mohsinah, A. A., Burgess, K. J., y Guo, L. (2019). Emerging technologies as pedagogical tools for teaching and learning science: A literature review. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 1(2), 149-160. <https://doi.org/10.1002/hbe2.141>
- Palacios, A., Gómez, R., Barreras, Á., y Moreno-Mediavilla, D. (2024). Actitud del profesorado hacia el uso de simulaciones virtuales: diseño y validación de un cuestionario [Teachers' attitudes towards the use of virtual simulations: Design and validation of a questionnaire]. *Revista Española de Pedagogía*, 82(289), 585-605. <https://doi.org/10.22550/2174-0909.4165>
- Palacios, A. Moreno, D., y Pascual, V. (2017). Evaluación de laboratorios virtuales de genética mendeliana para la enseñanza secundaria obligatoria. En P. Membiela,

M^aI. Cebreiros y M-Visal (Eds.) *La práctica docente en la enseñanza de las ciencias*. (pp.29-33). Educación Editora.

Palacios, A., Pascual, V., y Moreno-Mediavilla, D. (2024). Methodological design in the use of virtual simulations in chemistry: a systematic review. *Journal of Technology and Science Education*, 14(3), 701-719. <https://doi.org/10.3926/jotse.2357>

Peechapol, C. (2021). Investigating the Effect of Virtual Laboratory Simulation in Chemistry on Learning Achievement, Self-efficacy, and Learning Experience. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(20), 196-207. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i20.23561>

Podolefsky, N. S., Perkins, K. K., y Adams, W. K. (2010). Factors promoting engaged exploration with computer simulations. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020117>

Pozuelo, J., Martín, J., Carrasquer, B. y Cascarosa, E. (2023) Percepciones del profesorado ante el uso de simuladores virtuales en el aula de ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 98, 291-312. <https://doi.org/10.47553/rifop.v98i37.2.95842>

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J. y Wohlgenannt, I. (2019). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

Rizvi, Y. S., y Nabi, A. (2021). Transformation of learning from real to virtual: an exploratory-descriptive analysis of issues and challenges. *Journal of Research in Innovative Teaching and Learning*, 14(1), 5-17. <https://doi.org/10.1108/jrit-10-2020-0052>

Ronen, M., y Eliahu, M. (2000). Simulation — a bridge between theory and reality: the case of electric circuits. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16(1), 14-26. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2729.2000.00112.x>

Rutten, N., Van Joolingen, W. R., y Van Der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers and Education*, 58(1), 136-153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>

- Ryoo, K., Bedell, K., y Swearingen, A. (2018). Promoting Linguistically Diverse Students' Short-Term and Long-Term Understanding of Chemical Phenomena Using Visualizations. *Journal of Science Education and Technology*, 27(6), 508-522. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9739-z>
- Samur, Y. y Evans, M. A. (2011). Learning science through computer games and simulations – Edited by Margaret A Honey & Margaret Hilton. *British Journal of Educational Technology*, 42(6), E171-E172 <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2011.01247.6.x>
- Smetana, L. K., y Bell, R. L. (2014). Which setting to choose: Comparison of whole-class vs. small-group computer simulation use. *Journal of Science Education and Technology*, 23(4), 481-495. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9479-z>
- Trudel, L., y Metioui, A. (2011). Conception of a computer-aided physics laboratory to facilitate the understanding of kinematical concepts. *Imsci'11: The 5th International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics*, (1), 186-191.
- Velasco, J., y Buteler, L. (2017). Computational simulations in physics education: A critical review of the literature. [Simulaciones computacionales en la enseñanza de la física: una revisión crítica de los últimos años] *Ensenanza De Las Ciencias*, 35(2), 161-178.
- Vergara Rodríguez, D. y Fernández-Arias, P. (2022). Influencia del paso del tiempo en las herramientas digitales educativas: obsolescencia percibida Virtualidad, *Educación y Ciencia*, 25(13), 78-96. <https://doi.org/10.60020/1853-6530.v13.n25.37701>

Integración de la Robótica y el Pensamiento Computacional en Diversos Contextos



CAPÍTULO VIII

CONSTRUYENDO PUENTES EDUCATIVOS ENTRE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL: ADAPTACIÓN DE LA PLATAFORMA BELGA ETEACHER A LA EXPERIENCIA BOLIVIANA PROGRAMINO

Tania Fernanda Ugarte Guzmán

taniafernanda.ugarteguzman@kuleuven.be

<https://orcid.org/0009-0005-4145-1187>

Universidad KU Leuven (Lovaina, Bélgica)

Tom Schrijvers

tom.schrijvers@kuleuven.be

<https://orcid.org/0000-0001-8771-5559>

Universidad KU Leuven (Lovaina, Bélgica)

RESUMEN

El desarrollo del pensamiento computacional es esencial en la actualidad, especialmente en el ámbito de la programación. En Bolivia, la falta de estas competencias ha contribuido a altas tasas de reprobación y deserción temprana en las carreras de Ingeniería. Para abordar este desafío, surge el proyecto “Programino”, una adaptación contextualizada de la plataforma educativa belga “eTeacher”, utilizada en los últimos dos grados de secundaria en la región Flamenca de Bélgica.

Este capítulo describe el diseño de la adaptación basada en el modelo TPACK. Inicialmente, se recopilan datos para analizar las prácticas pedagógicas, el uso de recursos tecnológicos y la gestión de contenido en los cursos iniciales de programación en una universidad boliviana. Posteriormente, se realiza un análisis similar de la experiencia belga, pero considerando como elemento central la plataforma “eTeacher”. La integración de ambos análisis permite diseñar una intervención relevante y pertinente para el contexto boliviano.

Los resultados sugieren que el currículo debe priorizar el desarrollo del pensamiento matemático antes de introducir el pensamiento computacional mediante algoritmos. Además, se recomienda un enfoque pedagógico más inductivo que deductivo. También se prevé que las herramientas de “eTeacher” contribuirán a superar las limitaciones tecnológicas en Bolivia. Finalmente, se concluye que el diseño propuesto es adaptable a diversos contextos educativos en América Latina.

1. INTRODUCCIÓN

Bolivia presenta una de las tasas de pobreza más elevadas en América Latina, con un 36,4% de su población en situación de pobreza y un 11% en extrema pobreza (Swissinfo, 2022) . Uno de los principales factores que alimenta esta problemática es la precariedad del sistema educativo en el país (Coll, 2020). Por ejemplo, un desafío clave en la educación secundaria boliviana es la insuficiente preparación de los estudiantes para la educación superior, especialmente en áreas como matemáticas, razonamiento, comprensión lectora y habilidades para la resolución de problemas (Navas, 2019). Esto se traduce en altas tasas de repetición y deserción temprana en las universidades, particularmente en carreras de ingeniería, donde solo el 5% de los estudiantes logra completar sus estudios en los cinco años establecidos¹(Boliviana, 2024).

Una mejor educación universitaria incrementa significativamente las probabilidades de superar la pobreza extrema (Villegas et al., 2016). Además, existe una correlación positiva entre el desarrollo de las ciencias computacionales y el crecimiento económico de un país (Vegas et al., 2021), por lo que es crucial promover competencias educativas que permitan a los estudiantes desenvolverse exitosamente en esta área.

En Bélgica, el gobierno flamenco ha reconocido la importancia de estas competencias en relación con las demandas del siglo XXI, es por ello que tras un análisis exhaustivo, decidió en 2019, implementar una reforma curricular centrada en el desarrollo de "Competencias y Alfabetización Digital", que hizo obligatoria la enseñanza de competencias del Pensamiento Computacional (PC), a través de las habilidades en computación y la resolución de problemas, en los dos últimos ciclos de la educación secundaria (Gesquiere & Wyffels, 2022).

La rápida implementación de esta reforma impulsó a los profesores de matemáticas y computación a buscar soluciones prácticas que les permitieran cubrir el desarrollo de las nuevas competencias exigidas. Una de dichas soluciones arribó a través de "eTeacher ", una plataforma web que facilita el desarrollo del Pensamiento

¹ Cálculo realizado en función a datos de todas las universidades públicas del país en la página del Comité de Universidades Públicas de Bolivia.

Computacional mediante contenido teórico y práctico, e incluye herramientas integradas para programar en Python sin necesidad de instalar software adicional.

Para adaptar esta plataforma al contexto boliviano, es fundamental desarrollar un diseño que responda a las necesidades y particularidades del entorno educativo, social y cultural del país. Este artículo propone un diseño basado en el modelo TPACK, con un énfasis especial en los docentes como actores clave del proceso, considerando la plataforma como una herramienta para integrar las TIC² en su práctica pedagógica.

En este contexto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: *¿Cómo y en qué medida deben implementarse las dimensiones del modelo TPACK en un proceso educativo adaptado al contexto boliviano?*

2. MÉTODO

Antes de describir la metodología aplicada, es fundamental analizar el trasfondo de la decisión de seleccionar el modelo TPACK como marco principal para el diseño de la propuesta pedagógica. Este modelo se utiliza para integrar la tecnología de manera efectiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje, conectando tres dimensiones fundamentales: pedagogía, contenido y tecnología (Koehler et al., 2013). A diferencia de otros modelos que consideran estos elementos de manera aislada, TPACK se enfoca en la interacción entre ellos, subrayando su interrelación crítica (Alivi, 2019).

El modelo enfatiza que cualquier proceso educativo, incluso mediado por tecnología, debe basarse en un fundamento pedagógico sólido. La tecnología, por lo tanto, se presenta no como un objetivo, sino como una herramienta que facilita el logro de metas de aprendizaje. Gracias a sus características, TPACK no solo permite evaluar un proceso educativo finalizado, sino que también sienta las bases para diseñar futuros procesos pedagógicos. En esta investigación, el modelo actúa como un puente para facilitar la transición de un proceso educativo actual hacia uno ideal.

² Tecnologías de la Información y Comunicación.

No obstante, antes de aplicar el modelo, es necesario recolectar datos de diversos actores y recursos. El proceso general se estructura en tres fases:

1. Evaluar el desarrollo de las competencias de Pensamiento Computacional en Bolivia e identificar los factores que explican los hallazgos, creando el "Diagnóstico TPACK boliviano".
2. Analizar cómo se promueven estas competencias en Bélgica, centrándose exclusivamente en las facilidades que otorga la plataforma "eTeacher", y elaborar el "Diagnóstico TPACK belga".
3. Adaptar los hallazgos al contexto boliviano para proponer un diseño de intervención, denominado "Modelo TPACK ideal boliviano".

Para garantizar una recolección de datos adecuada y organizada, se seleccionaron marcos específicos que respondan a las particularidades de cada experiencia (Partelow, 2023), es así que, en Bolivia, se empleó una adaptación del marco de evaluación de Competencias Computacionales propuesto por Brennan y Resnick (Brennan & Resnick, 2012), y para la experiencia belga, una adaptación del marco de evaluación de procesos de e-learning de Reeves (Reeves, et al., 2002).

En la experiencia boliviana, el proceso de recolección de datos incluyó el diseño de instrumentos, su validación, y la organización y depuración de datos. En la experiencia belga, se utilizó un instrumento validado como parte de la adaptación del marco de Reeves. Los datos obtenidos fueron integrados al modelo TPACK de cada experiencia (Diagnóstico TPACK), considerando sus tres dimensiones fundamentales: saberes de contenido (CK), pedagógicos (PK) y tecnológicos (TP). El objetivo es obtener una visión clara de las condiciones en cada dimensión y su interrelación, más allá de las relaciones bidimensionales que propone el modelo.

Gracias a la flexibilidad que ofrece el modelo TPACK (Olofson et al., 2016), en el contexto boliviano el diagnóstico se realizó en función de los conocimientos de los docentes y en el caso de Bélgica, el diagnóstico se centró en la usabilidad y el aporte de la plataforma utilizada. Tras completar ambos diagnósticos TPACK, se trabajó la tercera fase que consiste en analizar los requerimientos del contexto boliviano y las

oportunidades que brinda la experiencia belga, para diseñar una intervención adecuada.

2.1. Recolección de datos y diagnóstico TPACK del contexto boliviano

Para iniciar la recolección de datos sobre el desarrollo de las competencias de Pensamiento Computacional, es esencial definir aspectos metodológicos clave, como la selección de la muestra y la metodología de investigación específica para el contexto boliviano. Se utilizó un muestreo por conveniencia, considerando las características particulares del trabajo formal con este tipo de investigación³ y la meta de escalabilidad a largo plazo del proyecto. Se seleccionaron 30 estudiantes de una universidad privada del área periurbana, conocida por tener el costo de matrícula más bajo de Bolivia y convenios de apoyo estudiantil, que estaban en las primeras etapas de aprendizaje de programación.

Dada la necesidad de un análisis profundo del contexto, se optó por una metodología mixta, que permitió obtener datos cuantitativos para generar estadísticas exploratorias y descriptivas, complementadas con técnicas cualitativas para profundizar en los hallazgos. Como ya fue mencionado, la recolección de datos se basó en el marco evaluativo de Brennan & Resnick, que mide tres dimensiones del Pensamiento Computacional: 1) Perspectivas del PC, 2) Conceptos del PC y 3) Prácticas del PC (Brennan & Resnick, 2012). Se añadieron dos dimensiones más: 4) el Pensamiento Matemático, debido a su relación positiva con el PC en cursos iniciales de programación (Sofowora et al., 2022), y 5) la Alfabetización Digital Previa y Acceso a TIC, para definir variables de control y promover la conexión y motivación de los estudiantes a través de materiales apropiados a su contexto y posibilidades⁴ (Parsons et al., 2024).

Las evaluaciones a los estudiantes se organizaron en función a las dimensiones descritas en el párrafo anterior: la dimensión 1 (Perspectivas del PC) fue evaluada al inicio y al final del semestre; la dimensión 5 (Alfabetización Digital y Acceso a TIC)

³ Acuerdos de confidencialidad de datos, cumpliendo los protocolos de ética respectivos.

⁴ En la etapa de intervención futura se usarán dichos materiales.

fue medida al inicio; y las dimensiones 2, 3 y 4 (Conceptos, Prácticas y Pensamiento Matemático) fueron evaluadas a mitad y al final del semestre. Posteriormente, se organizaron tres grupos focales de 10 estudiantes⁵ cada uno para explorar los resultados y comprender las razones detrás de ellos.

Los instrumentos y metodologías utilizados en esta etapa de recolección de datos se detallan a continuación:

Tabla 1

Detalle sobre el proceso de recolección de datos en Bolivia

Momentos	Objetivo	Dimensiones a medir	Técnicas e Instrumentos utilizados
Evaluación momento 1	Conocer el entorno académico y social de los estudiantes, sus experiencias y acceso a recursos tecnológicos. Evaluar las Perspectivas del PC mediante el análisis de la solución de problemas reales, identificando influencias clave en su proceso formativo.	Dimensión 1 Dimensión 5	Workshop Cuestionarios
Evaluación momento 2 o evaluaciones parciales (en dos oportunidades)	Evaluar el nivel de desarrollo de las competencias en lógica matemática, su relación con la comprensión de algoritmos y la capacidad para crear soluciones propias en el área de programación.	Dimensión 2, 3 y 4	Evaluación en sala de cómputo y grupo focal Cuestionarios con preguntas de selección múltiple y de desarrollo. Guía escrita de grupo Focal
Evaluación momento 3	Reevaluar las Perspectivas del PC y analizar su influencia en la decisión de continuar el programa académico.	Dimensión 5	Workshop Cuestionarios

Fuente: Elaboración propia

Es importante señalar que se realizaron entrevistas con el docente a cargo de las asignaturas al inicio y al final del semestre, y después de cada evaluación parcial, con el objetivo de contrastar las impresiones obtenidas en los grupos focales con los

⁵ 3 grupos, de 10 estudiantes cada uno para asegurar la participación de todos los estudiantes al momento de brindar sus comentarios.

estudiantes. Todos los datos recopilados se organizaron y consolidaron en el "Diagnóstico TPACK boliviano".

2.2. Recolección de datos y diagnóstico TPACK del contexto belga

Los conceptos y objetivos del Pensamiento Computacional han estado presentes en las propuestas curriculares belgas desde hace tiempo. Recientemente, el Gobierno Flamenco ha proporcionado mayor claridad sobre su desarrollo, destacando la comprensión de problemas mediante el reconocimiento de patrones, generalización, descomposición en subproblemas, abstracción de datos y creación de planes de solución (Gesquiere & Wyffels, 2022). Sin embargo, aunque los objetivos (el "qué") están definidos, no se han especificado los medios para lograrlos (el "cómo"), otorgando a cada escuela secundaria la libertad de definir los métodos que consideren apropiados.

Esta libertad también ha significado un reto para muchos profesores que carecen de la formación necesaria para liderar este proceso educativo. Ante esta situación, algunas universidades han desarrollado recursos y herramientas de apoyo y guía (Gesquiere & Wyffels, 2022). Es así como nace el proyecto "eTeacher" de la universidad KU Leuven, una plataforma educativa que ofrece contenido teórico y práctico, junto con herramientas integradas para desarrollar el PC a través de la programación en Python (Hoobergs et al., 2023).

Dado que el proceso educativo se centró en una plataforma como guía inicial, se empleó un marco evaluativo especializado en el análisis de productos de software educativo. Esta herramienta es conocida como el marco de usabilidad de Nielsen, adaptado al aprendizaje en línea por Reeves (Reeves, et al., 2002), que consta de 15 dimensiones. Estas se subdividieron en dos categorías: siete dimensiones específicas para evaluar el recurso tecnológico⁶ en sí, y ocho dimensiones orientadas a medir cómo la plataforma integra sus recursos con el proceso educativo.

Las ocho dimensiones se evaluaron utilizando un instrumento de observación adaptado del original diseñado y validado por los autores mencionados. Los

⁶ Las dimensiones en esta subdivisión son: Visibilidad y estado del sistema, Recuperación de errores y cerrado de sesión, Prevención de errores de software, Soporte de Navegación, Estética de software, Ayuda y documentación de software y Diseño de mensajes.

resultados se complementaron con las impresiones de ocho docentes que han utilizado la plataforma durante al menos un año, que han llenado un cuestionario y participaron en talleres organizados por el equipo de “eTeacher”⁷.

La **Tabla 2** muestra estas 8 dimensiones.

Tabla 2

*Detalle sobre el proceso de recolección de datos en Bélgica*⁸

Dimensión	Objetivos	Instrumentos
Unificación entre el sistema y el mundo real	Evaluar y medir el nivel de contextualización de los materiales, recursos, contenidos e interfaz.	Formulario de Observación de Plataforma. Cuestionario de evaluación docente.
Consistencia de contenidos y Estándares	Evaluar y medir la complejidad de los contenidos y su navegabilidad, considerando la audiencia objetivo.	Formulario de Observación de Plataforma.
Interactividad	Medir el nivel de interacción que promueve la plataforma y cómo lo facilita.	Formulario de Observación de Plataforma.
Diseño de Aprendizaje y adaptabilidad	Analizar el modelo pedagógico y las técnicas que la plataforma utiliza para apoyar a docentes y estudiantes.	Formulario de Observación de Plataforma. Cuestionario de evaluación docente.
Integración de Medios	Evaluar y medir la cantidad y calidad de los medios digitales y formatos utilizados para facilitar la comprensión de los contenidos.	Formulario de Observación de Plataforma. Cuestionario de evaluación docente.
Evaluación Instruccional	Conocer los procesos evaluativos que ofrece la plataforma, especialmente en términos de soporte al docente.	Formulario de Observación de Plataforma.
Recursos TIC	Identificar las herramientas integradas en la plataforma, así como su uso.	Formulario de Observación de Plataforma.
Retroalimentación	Evaluar las formas de retroalimentación que la plataforma ofrece y su efectividad para generar interacción entre docentes y estudiantes.	Formulario de Observación de Plataforma.

Fuente: Elaboración propia

⁷ Es crucial recalcar que, a pesar de que el proyecto y la plataforma está funcionando por más de tres años en Bélgica, solo cuentan con algunos datos de los pilotos iniciales y se está diseñando una etapa de intervención más profunda donde además se trabajen en evaluaciones directas al desarrollo de las competencias del PC en base e evaluaciones a los estudiantes.

⁸ Las dimensiones que incluyen el verbo medir en sus objetivos contaron con preguntas con la escala de Likert: Muy baja (1), Baja (2), Media (3), Alta (4), Muy alta (5), ya también con preguntas descriptivas para para ahondar más sobre esta evaluación.

El resto de dimensiones contaron con preguntas abiertas en el instrumento de observación.

Los hallazgos obtenidos mediante la observación, complementados con las impresiones de los docentes, fueron sistemáticamente organizados y adaptados al modelo "Diagnóstico TPACK belga".

2.3. Modelo TPACK utilizado

Como se mencionó previamente, la flexibilidad del modelo TPACK permitió hacer ajustes específicos. En el caso de la experiencia boliviana, el enfoque se centró en los conocimientos y habilidades docentes, mientras que, en la experiencia belga, el énfasis estuvo en el apoyo proporcionado por la plataforma, sin realizar un análisis detallado del rol docente.

Para diseñar el "Modelo TPACK ideal boliviano", las tres dimensiones se traducen tanto en los conocimientos que el docente debe adquirir como en los recursos necesarios que deben ser provistos para implementar eficazmente la propuesta educativa.

Figura 1

Adaptación del Modelo TPACK presentado para la investigación



Fuente: Adaptación propia del Modelo TPACK

3. RESULTADOS

Los hallazgos, así como los modelos de “Diagnóstico TPACK” y el diseño propuesto, se presentan de manera organizada en los siguientes apartados:

3.1. Resultados de la experiencia educativa en Bolivia

3.1.1. Diagnóstico del desarrollo del Pensamiento Computacional

En la siguiente tabla se resumen los resultados de la recolección de datos de la experiencia boliviana, organizados en las 5 dimensiones definidas para esta fase.

Tabla 3

Dimensiones del Pensamiento Computacional evaluados en la universidad boliviana

Dimensión	Hallazgos
Entorno del estudiante	80% proviene de áreas suburbanas.
	100% posee un celular inteligente.
	40% tiene acceso a internet en casa (algunos a través de Wi-fi y mediante la compra de datos para usar en su celular).
	30% tiene acceso a una laptop, pero la comparte con familiares.
Percepciones del PC	70% trabaja medio tiempo.
	100% diseña soluciones a problemas reales, siempre y cuando esto no incluya dejar de trabajar.
Lógica Matemática	100% presenta desconocimiento de retroalimentación entre pares.
	100% aprobó razonamiento lógico, pero con notas no superiores a 55/100.
Conceptos del PC	Solo 10% aprobó razonamiento matemático.
	100% tiene conocimientos teóricos básicos ⁹ , pero solo 10% muestra competencias en comprensión y uso de conceptos.
Prácticas del PC	70 % comprende cómo funcionan las soluciones a problemas básicos de programación.
	Solo 10% es capaz de crear soluciones propias a problemas básicos de programación.

Fuente: Elaboración propia

⁹ Con un promedio de nota en esta área de 70/100.

3.1.2. Modelo TPACK diagnóstico boliviano

A partir de grupos focales y entrevistas con el docente, se complementan los resultados de la Tabla 3.

Conocimientos y uso de contenido

El plan de estudios está excesivamente enfocado en la teoría y la memorización de conceptos, y no en la práctica. Las preguntas prácticas planteadas en clase no se explican con suficiente claridad, lo que provoca confusión en los estudiantes y dificulta su comprensión de los temas.

Conocimientos y uso de tecnologías

El docente tiene acceso a internet en la universidad; sin embargo, los estudiantes afirman no disponer de este recurso. Según el docente, la sala de cómputo se utiliza una vez por semana (aunque las clases están programadas dos veces por semana), pero los estudiantes indican que el uso es menos frecuente de lo que desearían. Además, el proyector se emplea en clase aproximadamente una vez al mes.

Por otro lado, aunque el docente mencionó el uso de varias herramientas y aplicaciones, los estudiantes no están familiarizados con ellas. Finalmente, tanto el docente como los estudiantes informaron que los equipos en la sala de cómputo están desactualizados y que las herramientas requieren mantenimiento.

Conocimientos y uso de metodologías pedagógicas

Aunque, el docente informó que está aplicando técnicas de gamificación y sigue una metodología más inductiva que deductiva, los estudiantes expresan el deseo de tener más oportunidades para realizar prácticas, ya que consideran insuficientes las oportunidades actuales para aplicar los conocimientos en situaciones reales.

3.2. Resultados de la experiencia educativa en Bélgica

3.2.1. Análisis de la plataforma eTeacher

A continuación, se presentan los hallazgos del análisis a la plataforma “eTeacher” bajo las 8 dimensiones propuestas en la metodología:

Tabla 4*Dimensiones analizadas en la plataforma belga*

Dimensión	Hallazgos
Unificación entre el sistema y el mundo real	La contextualización en la plataforma es “Muy alta”, ya que utiliza un lenguaje familiar para los estudiantes y presenta ejemplos directamente relacionados con su vida cotidiana. Además, el acceso es intuitivo y seguro, similar al de las redes sociales que ellos usan con frecuencia.
Consistencia y Estándares	Los contenidos siguen normas y estándares internacionales (ACM; IEEE; AAAI, 2023) ¹⁰ , abarcando desde los conceptos más básicos en el módulo 1 (Programación básica), hasta temas más avanzados en el módulo 2 (Estructuras de Datos) y 3 (Algoritmos avanzados). La navegación es clara, por ello tiene una evaluación “Alta”. Sin embargo, podría mejorar la amigabilidad y didáctica de la misma.
Interactividad	A medida que los estudiantes progresan en los contenidos, la plataforma fomenta una mayor interacción, proporcionando una creciente cantidad de ejercicios que se pueden resolver dentro del entorno. La clasificación de la interactividad es “Alta”.
Diseño de Aprendizaje y adaptabilidad	El enfoque pedagógico sigue un modelo deductivo, donde los estudiantes primero revisan conceptos teóricos para luego aplicarlos en la resolución de ejercicios prácticos. La adaptabilidad es flexible, ya que los estudiantes tienen acceso a todo el material y pueden avanzar a su propio ritmo, según sus necesidades y capacidades.
Integración de Medios	Se emplean múltiples recursos, como videos de producción propia, que ayudan a reforzar los conceptos de aprendizaje, junto con imágenes originales que acompañan los ejercicios. La evaluación es “Alta”.
Evaluación Instruccional	La plataforma ofrece ejercicios con un sistema de registro automático que identifica cuáles soluciones son correctas, utilizando un mecanismo interno de seguimiento y puntuación que los docentes pueden monitorear, aunque no personalizar. No obstante, los profesores tienen la opción de crear sus propias evaluaciones e incorporar materiales adicionales, lo que permite una evaluación sumativa más completa.
Recursos TIC	La plataforma incluye herramientas integradas, como cuestionarios y entornos de diseño para Diagramas de Flujo y programación en Python, que incluye su propio depurador de código (debugger).
Retroalimentación	La retroalimentación automática es inmediata tras la compilación de los ejercicios, permitiendo a los estudiantes identificar sus errores de forma rápida. Sin embargo, no existen espacios para una retroalimentación específica que promueva una mayor interacción entre docentes y estudiantes, o entre los propios estudiantes.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Modelo TPACK diagnóstico belga

Para el análisis de esta sección se contrastaron las impresiones de los docentes que completaron el cuestionario con los resultados de la observación de la plataforma (Tabla 4). A continuación, se presenta el diagnóstico TPACK de la experiencia belga, basado en las capacidades y características que ofrece la plataforma.

¹⁰ ACM es la Asociación for Computer Machinery, la IEEE es el Instituto de Ingenieros Eléctrico y Electrónicos y la AAAI es la Asociación Americana de Inteligencia Artificial.

Sobre el contenido en la plataforma

Los contenidos ofrecidos son coherentes con los que se trabajan en cursos internacionales de este tipo, como se refleja en la dimensión "Consistencia y Estándares" de la Tabla 4. Según algunos profesores, estos contenidos fueron especialmente útiles al inicio de la experiencia. Sin embargo, a medida que los profesores se familiarizan más, el contenido puede parecer extenso. Para el año académico 2024, el gobierno flamenco ha introducido innovaciones en el currículo que exigen mayor profundidad, lo que llevó a la creación de los módulos 2 y 3, planteando un nuevo reto para los profesores.

La presentación de los contenidos a través de videos, imágenes y ejercicios contextualizados ha favorecido la interacción y la cercanía con los estudiantes.

Sobre las tecnologías con la plataforma

Los docentes poseen conocimientos básicos en el uso de plataformas educativas generales, como Smartschool (Hurkmans & Goos, 2013), pero no dominan herramientas especializadas en programación, ya que la reforma educativa no contempló capacitación específica en esta área. En este sentido, la plataforma cubre estas carencias al integrar recursos de programación en su entorno.

Aunque la plataforma es de fácil acceso y navegación, se requieren más recursos didácticos para mejorar la visibilidad de las rutas de navegación. Los manuales de usuario están en una sección específica, en lugar de estar junto a los recursos que requieren explicación y orientación.

Sobre el aspecto pedagógico en la Plataforma

La plataforma sigue un enfoque pedagógico deductivo, presentando primero contenido teórico y luego ejercicios prácticos. Esto ha dado a los profesores libertad para elegir las metodologías que prefieren aplicar en sus clases, confirmándose que algunos han optado por metodologías constructivistas, usando la plataforma proyectada en la pantalla y resolviendo ejercicios junto a los estudiantes.

Se observó que la plataforma permite una evaluación sumativa, pero no ofrece espacios para retroalimentación personalizada, una solicitud recurrente de los profesores. Tampoco facilita la realización de evaluaciones entre pares.

3.3. Modelo TPACK ideal boliviano

3.3.1. Conocimientos y usos de contenido

A partir de los datos recolectados y analizados en ambos contextos educativos, se concluye que la experiencia belga presenta una selección y definición de contenidos más adecuada, al seguir los estándares internacionales necesarios para desarrollar y fomentar el Pensamiento Computacional. Tras analizar los resultados de los grupos focales, se identifica que el docente a cargo de la materia en Bolivia requiere capacitación en contenidos más prácticos y alineados con los estándares internacionales.

Asimismo, considerando los resultados de las evaluaciones realizadas en Bolivia y la relación intrínseca entre el desarrollo de la lógica matemática básica y el pensamiento algorítmico (Sofowora et al., 2022), se recomienda la inclusión de capítulos preliminares centrados exclusivamente en promover el desarrollo del pensamiento lógico. Esto se lograría mediante ejercicios matemáticos basados en situaciones de la vida real con las que los estudiantes puedan identificarse, estrategia que resultó exitosa al plantear los ejercicios en "eTeacher". Además, los resultados de las pruebas de "Alfabetización Digital Previa y Acceso a TIC" proporcionan información sobre el contexto estudiantil, lo que permitirá crear material que conecte y motive a los estudiantes. Posteriormente, los conceptos de pensamiento matemático pueden integrarse con los propios del pensamiento computacional y la programación.

3.3.2. Conocimientos y usos de recursos TIC

El estudio de "Alfabetización Digital Previa y Acceso a TIC" ha revelado que en Bolivia los estudiantes cuentan con escasos medios para acceder a las herramientas necesarias que faciliten el desarrollo de competencias del PC. Dado que la mayoría no dispone de equipos adecuados para practicar en casa, la universidad se perfila como el espacio ideal para apoyar a los estudiantes en este sentido. Sin embargo, la falta de actualización de los equipos y la ausencia de conexión Wi-Fi limitan el proceso. Por lo tanto, la implementación de una plataforma adaptada, accesible desde las salas de cómputo con conexión a Internet ADSL, reduciría la necesidad de

instalar y actualizar constantemente herramientas, así como la compra de nuevas licencias.

Además, considerando que el docente requiere apoyo en el conocimiento de contenidos prácticos, se determina que la plataforma es un espacio ideal para iniciar esta gestión, tal como se hizo con los profesores en Bélgica. Sin embargo, en esta ocasión se realizará un proceso en el que el docente asuma inicialmente el rol de estudiante y, posteriormente, el de docente para manejar las herramientas integradas.

3.3.4. Conocimientos y usos de metodologías pedagógicas

La lógica de la experiencia belga, que establece una base metodológica central y al mismo tiempo permite a los docentes implementar sus propias técnicas, es completamente acertada. Sin embargo, los datos recopilados de los estudiantes bolivianos evidencian que requieren más práctica y menos teoría. Por lo tanto, se considera que una metodología inductiva, alineada con el desarrollo del pensamiento computacional, es la más adecuada. En este sentido, la adaptación de la plataforma debe incluir el modelo de Resolución de Problemas, que se alinea perfectamente con las fases del desarrollo del pensamiento computacional (Bai et al., 2021). Además, los docentes tendrán la libertad de complementar sus clases con las técnicas pedagógicas que estén utilizando.

Para el proceso de evaluación y retroalimentación, se propone iniciar con el apoyo de las herramientas disponibles en la plataforma, considerando un enfoque sumativo, pero otorgando al docente total autonomía sobre cómo manejar y organizar dichas herramientas en su proceso evaluativo. También se incluirán en las capacitaciones la promoción de diversos enfoques de retroalimentación.

Se planea continuar desarrollando la plataforma para permitir retroalimentación específica y evaluaciones entre pares, ya que este requisito actual del contexto belga podría convertirse en una necesidad futura para Bolivia.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para adaptar “eTeacher” y la experiencia educativa belga, promoviendo el desarrollo de competencias del Pensamiento Computacional a través de la programación en el contexto educativo boliviano, se ha diseñado una propuesta basada en el modelo TPACK. Esta propuesta incorpora como herramienta tecnológica clave la plataforma belga, adaptada a una versión boliviana llamada “Programino”. El proceso incluyó una recolección exhaustiva de datos en ambos contextos, los cuales fueron luego adaptados a un modelo diagnóstico TPACK específico para cada experiencia. A partir de los aciertos identificados, se diseñó una propuesta que atiende las necesidades del contexto boliviano.

El enfoque incluye contenidos definidos por estándares internacionales, al igual que la experiencia belga, e incorpora una metodología de resolución de problemas para asegurar que se ajuste a las demandas educativas actuales de Bolivia. Un pilar fundamental de este proceso es la capacitación previa de los docentes, garantizando que puedan integrar eficazmente las TIC en su práctica pedagógica y desempeñarse como guías activas en el proceso de aprendizaje.

Además, se propone implementar una evaluación sumativa que permita a los estudiantes resolver ejercicios prácticos durante la clase, con puntuaciones asignadas por el docente en base a las sugerencias de la plataforma. También se fomentará la evaluación entre pares mediante estrategias claras que se presentarán durante la capacitación docente, facilitando el intercambio de respuestas y la generalización de conceptos de manera clara y pertinente.

Esta iniciativa no solo tiene el potencial de mejorar el rendimiento académico, sino que también podría contribuir significativamente a cerrar las brechas tecnológicas y educativas que actualmente limitan las oportunidades de los estudiantes en Bolivia. De este modo, el proceso de integración podría lograr una efectiva amalgama entre tecnología y educación.

Finalmente, el diseño de intervención propuesto se presenta como un referente valioso para futuras investigaciones e implementaciones en contextos

latinoamericanos, permitiendo realizar ajustes adaptados a las necesidades y características específicas de cada entorno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACM; IEEE; AAAI. (2023, August). *Computer Science Curricula 2023*. Retrieved from ACM.

Alivi, J. (2019). A review of TPACK and SAMR models: How should Language teachers adopt technology? *Journal of English for Academic and Specific Purposes*, 1-11.

Bai, Hongquan; Wang, Xin; Zhao, Li. (2021). Effects of the Problem-Oriented Learning Model on Middle School Students' Computational Thinking Skills in a Python Course. *Frontiers, Psychology*.

Boliviana, C. E. (2024). *Comite Ejecutivo de la Universidad Boliviana*. Retrieved from Comite Ejecutivo de la Universidad Boliviana: <https://ceub.edu.bo/datos-estadisticos/>

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. Vancouver.

Coll, F. (2020, May 20). *Economipedia* . Retrieved from Economipedia Web site.

Gesquiere, N., & Wyffels, F. (2022). *Computational thinking in Flanders' compulsory education.*: Universiteit Gent.

Hoobergs, J., van den Berg, B., & Schrijvers, T. (2023). eTeacher: A Pilot in Flemish Secondary Education. *ITiCSE (2)* (pp. 593-594). Turku: ITiCSE .

Hurkmans, G., & Goos, L. (2013). The use of Smartschool as an electronic Platform for Blended Language Learning. *International Journal of Information and Education Technology*, 110-112.

Koehler, M., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is Technological Pedagogical Content? *Journal of Education*, 13-19.

Navas, M. A. (2019, January 9). *Social Innovation Journal*. Retrieved from Social Innovation Journal Web Site:

<https://socialinnovationsjournal.org/editions/issue-54/108-intro-articles/2934-issue-53sp>

Olofson, M. W., Swallow, M. J., & Neumann, M. D. (2016). TPACKing: A constructivist framing of TPACK to analyze teachers' construction of knowledge. *Computers & Education*, 188-201.

Parsons, E. R., Dibner, K. A., & Schweingruber, H. (2024). *Equity in K-12 STEM Education: Framing Decisions for the future (2024)*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/26859>.

Partelow, S. (2023). What is a framework? Understanding their purpose, value, development and use. *Journal of Environmental Studies and Sciences*.

Reeves, T., Benson, L., Elliott, D., Grant, M., Holschuh, D., Kim, B., . . . Loh, C. (2002). Usability and Instructional Design Heuristics for E-Learning Evaluation.

Sofowora, M. A., Eyono Obono, S. D., & Abayomi, A. (2022). The Influence of Mathematics on students' Performance in Computer Programming . *Innovations in Smart Cities Applications*, 745-754.

Swissinfo. (2022, Enero 26). *swissinfo*. Retrieved from swissinfo Web Site: <https://www.swissinfo.ch/spa/bolivia-registra-11-1-de-pobreza-extremay-36-6-de-moderada-en-2021/47296236#:~:text=Bolivia%20report%C3%B3%20que%20la%20pobreza%20extrema%20en%202021,entidades%20gubernamentales%20para%20establecer%20los%20%C3%ADndices%20de%2>

Vegas, E., Hansen, M., & Fowler, B. (2021). *Building Skills for Life: How to expand and improve computer science education around the world*. Brookings.

Villegas, H., Vargas, J., & Perez, D. (2016). Impact of education on poverty in Bolivia. *Economia Coyuntural*. Retrieved from http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2415-06222016000400003

CAPÍTULO IX

ROBÓTICA EN MOVIMIENTO: APRENDIZAJE FÍSICAMENTE ACTIVO DE LA COMPETENCIA DIGITAL

Gabriel Díaz Cobos

gdiaz@escolesgarbi.cat

<https://orcid.org/0000-0003-1602-419X>

Fundació Escoles Garbí (España)

Álex López-Duran López

alopezduran@escolesgarbi.cat

<https://orcid.org/0000-0002-0884-8140>

Fundació Escoles Garbí (España)

Ángel Ibaibarriaga Toset

angel.ibaibarriaga@uam.es

<https://orcid.org/0000-0001-7726-3480>

Universidad Autónoma de Madrid

Jorge-Agustín Zapatero-Ayuso

jzapater@ucm.es

<https://orcid.org/0000-0002-5473-8225>

Universidad Complutense de Madrid

Javier Fraile-García

javier.fraile@uam.es

<https://orcid.org/0000-0003-0034-9117>

Universidad Autónoma de Madrid

RESUMEN

Este artículo presenta una propuesta innovadora en la enseñanza del pensamiento computacional desenchufado a través del aprendizaje físicamente activo en la educación primaria. El proyecto se contextualiza en la revisión y actualización de las programaciones escolares bajo el nuevo decreto curricular LOMLOE 2023, integrando la tecnología desde primer grado. La metodología propuesta combina el uso de juegos y actividades físicas con la enseñanza de competencias digitales y de pensamiento computacional, minimizando el uso de pantallas y dispositivos electrónicos, en línea con las recomendaciones del Ministerio de Educación y del Departament d'Educació.

A través de la implementación de la propuesta didáctica "Exploradores Digitales en Acción", se fomenta el aprendizaje de secuencias y algoritmos mediante dinámicas de movimiento y colaboración. El enfoque del aprendizaje físicamente activo (PAL) se apoya en estudios que evidencian los beneficios cognitivos de la actividad física en el desarrollo de funciones ejecutivas como la memoria de trabajo, la planificación y la atención (Hillman, 2014; Pesce, 2012). Este método promueve un aprendizaje más significativo y contextualizado, alineándose con el enfoque competencial del nuevo currículo.

El estudio incluye un diseño experimental que compara dos enfoques: el aprendizaje tradicional mediante el uso de pantallas y robots, y el aprendizaje físico desenchufado. A través de pruebas estandarizadas y cuestionarios de percepción, se miden las competencias de los estudiantes en términos de secuenciación, reconocimiento de patrones y resolución de problemas.

Los resultados indican que los estudiantes que participan en el aprendizaje físicamente activo muestran mejoras significativas en la retención de conocimientos, atención y motivación en comparación con los métodos tradicionales. Este enfoque no solo potencia las competencias digitales y el pensamiento computacional, sino que también promueve un desarrollo físico y social integral en los alumnos.

1. INTRODUCCIÓN

La rápida evolución tecnológica y la creciente digitalización de la sociedad han planteado importantes desafíos y oportunidades en el ámbito educativo. En particular, el desarrollo de competencias digitales y de pensamiento computacional se ha convertido en una prioridad para preparar a los estudiantes del siglo XXI para un futuro incierto, pero inevitablemente tecnológico. En este contexto, el pensamiento computacional se define como la capacidad de formular problemas y soluciones de manera que un ordenador u otra tecnología pueda ejecutarlos, y ha sido ampliamente reconocido como una competencia clave que todos los estudiantes deben adquirir.

La rápida evolución tecnológica y la creciente digitalización de la sociedad han planteado importantes desafíos y oportunidades en el ámbito educativo. En particular, el desarrollo de competencias digitales y de pensamiento computacional se ha convertido en una prioridad para preparar a los estudiantes del siglo XXI para un futuro incierto, pero inevitablemente tecnológico (Resnick, 2017). En este contexto, el pensamiento computacional ha sido definido como la capacidad de formular problemas y soluciones de manera que un ordenador u otra tecnología pueda ejecutarlos (Wing, 2006), y ha sido ampliamente reconocido como una competencia clave que todos los estudiantes deben adquirir. La incorporación de la competencia digital en los currículos escolares ha sido un enfoque clave en las políticas educativas recientes, tal como lo destaca el decreto actual decreto curricular (LOMLOE, 2022), que establece las bases para una educación más alineada con las necesidades del contexto actual. En las escuelas Garbí Pere Vergés, este nuevo marco normativo ha impulsado la revisión y actualización de las programaciones escolares, promoviendo la integración de la tecnología desde los primeros años de la educación primaria. En particular, el curso de primer grado se ha convertido en un espacio clave para experimentar con nuevas propuestas pedagógicas que, además de enseñar competencias digitales, promueven un aprendizaje significativo y transversal (Bers, 2010).

En este contexto, surge la propuesta de "Aprendizaje Físicamente Activo del Pensamiento Computacional Desenchufado", una metodología que busca integrar el aprendizaje del pensamiento computacional con actividades físicas, alejándose de la dependencia exclusiva de dispositivos electrónicos y pantallas. Esta propuesta se basa en las recomendaciones tanto del Ministerio de Educación como del Departament d'Educació, que sostienen de la importancia del uso equilibrado de las tecnologías digitales en la educación, considerando los efectos adversos del uso excesivo de pantallas en los estudiantes jóvenes (Blakemore & Frith, 2005).

El aprendizaje físicamente activo (PAL, por sus siglas en inglés) es una metodología pedagógica que combina el movimiento físico con actividades cognitivas, reconociendo el papel crucial que la actividad física desempeña en el desarrollo del cerebro y el rendimiento académico (Mavilidi et al., 2018; Díaz, 2023). Investigaciones previas han demostrado que el ejercicio regular no solo mejora la

salud física, sino que también tiene un impacto positivo en las funciones ejecutivas del cerebro, como la memoria de trabajo, la inhibición y la planificación, que son esenciales para el aprendizaje (Best, 2010; Diamond, 2012). Asimismo, se ha encontrado que el ejercicio físico tiene efectos beneficiosos en la capacidad de atención de los niños, lo cual es un factor clave para el procesamiento y retención de información (Pesce, 2012). Estas evidencias apoyan la implementación de propuestas pedagógicas que integren el movimiento físico como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente en las etapas iniciales de la educación.

Por otro lado, el pensamiento computacional desenchufado, que implica la enseñanza de conceptos computacionales sin el uso de dispositivos tecnológicos, ha ganado terreno en la educación primaria como una manera efectiva y apropiada de introducir a los estudiantes más jóvenes en el pensamiento lógico y algorítmico (Yadav et al., 2017). El concepto, popularizado por investigadores como Tim Bell y su equipo en el proyecto "Computer Science Unplugged", ha demostrado ser una forma accesible y atractiva para que los niños comprendan los principios fundamentales de la computación sin la necesidad de recurrir a costosas herramientas tecnológicas. A través de juegos y actividades físicas que implican secuencias, patrones y algoritmos, los estudiantes pueden desarrollar las habilidades necesarias para resolver problemas computacionales de manera creativa y colaborativa.

El pensamiento computacional desenchufado, promueve la enseñanza de conceptos computacionales clave, como la abstracción, la descomposición y la creación de algoritmos, a través de actividades prácticas y lúdicas que no dependen del uso de ordenadores (Zapata, 2019). Este enfoque es especialmente relevante en la educación primaria, ya que proporciona a los estudiantes una base sólida para desarrollar estas habilidades, que podrán aplicar en etapas educativas posteriores, ya sea en la secundaria o en contextos más avanzados de educación técnica y profesional.

El proyecto "Exploradores Digitales en Acción", que forma parte de esta propuesta, se fundamenta en estos principios y busca integrar las ventajas del aprendizaje físicamente activo con los beneficios del pensamiento computacional desenchufado.

A través de juegos colaborativos y actividades físicas, los estudiantes de primer grado son introducidos a conceptos como la secuenciación y la resolución de problemas, sin la necesidad de utilizar pantallas o robots. Las actividades se diseñan para ser participativas y accesibles, fomentando el trabajo en equipo y el desarrollo de habilidades motoras junto con las habilidades cognitivas.

Desde el punto de vista teórico, esta propuesta se sustenta en el marco del constructivismo, que subraya la importancia de que los estudiantes construyan su propio conocimiento a través de la interacción activa con su entorno. Ya desde los años 50 del siglo anterior, Piaget (1952) destacó que los niños aprenden mejor cuando tienen la oportunidad de manipular objetos y participar en actividades que les permitan experimentar de manera directa los conceptos que están aprendiendo. Este enfoque es particularmente relevante en la educación primaria, donde los estudiantes están en una etapa de desarrollo en la que el aprendizaje concreto y basado en experiencias es esencial para la adquisición de nuevos conocimientos (Vygotsky, 1978).

En este sentido, el aprendizaje físicamente activo no solo proporciona un contexto más dinámico y atractivo para el aprendizaje, sino que también permite a los estudiantes interiorizar los conceptos computacionales de una manera más profunda y significativa. Según estudios realizados por Mavilidi et al. (2018), la incorporación de gestos y movimientos en las actividades de aprendizaje mejora significativamente la retención y aplicación de los conocimientos adquiridos. Esto es particularmente relevante en el caso del pensamiento computacional, donde la capacidad de abstraer y secuenciar información es fundamental para resolver problemas de manera efectiva.

Además, esta propuesta responde a una creciente preocupación por el impacto negativo del uso excesivo de tecnologías digitales en la salud y el bienestar de los niños. Diversos estudios han señalado los riesgos asociados con la exposición prolongada a pantallas, que incluyen desde problemas de visión hasta dificultades para concentrarse y problemas en el desarrollo de habilidades sociales (Sigman, 2012). En este sentido, la propuesta de "Exploradores Digitales en Acción" ofrece

una alternativa equilibrada, donde los estudiantes pueden desarrollar competencias digitales y computacionales sin depender exclusivamente de las pantallas.

En resumen, esta propuesta busca contribuir al desarrollo de nuevas metodologías de enseñanza que no solo preparen a los estudiantes para un futuro digital, sino que también promuevan su bienestar físico y social. El aprendizaje físicamente activo del pensamiento computacional desenchufado se presenta como una alternativa viable y eficaz para la educación primaria, proporcionando a los estudiantes una formación integral que abarca tanto las competencias digitales como el desarrollo físico y emocional. A medida que la tecnología continúa transformando el mundo en que vivimos, es fundamental que los sistemas educativos adopten enfoques innovadores que preparen a los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI de manera creativa, colaborativa y saludable.

2. MÉTODO

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la efectividad de esta metodología en comparación con los enfoques más tradicionales de enseñanza del pensamiento computacional, que generalmente implican el uso de pantallas y robots.

Se configura como un piloto innovador en la enseñanza del pensamiento computacional a través del aprendizaje físicamente activo en la educación primaria. Este enfoque se ha implementado en un grupo de alumnos de primer grado de la escuela Garbí Pere Vergés de Barcelona, sin realizar un estudio experimental riguroso ni emplear grupos de control. El propósito principal del proyecto es explorar las posibilidades pedagógicas de esta metodología, ofreciendo una experiencia de aprendizaje más dinámica y activa para los estudiantes, alineada con las recomendaciones educativas actuales.

2.1. Objetivo de investigación

Determinar mediante evaluación cualitativa que el aprendizaje físicamente activo del pensamiento computacional permite a los participantes mejorar en la competencia digital sin necesidad de un dispositivo electrónico (pantalla).

2.2. Participantes

Los participantes en este proyecto son estudiantes de primer grado de primaria, con edades comprendidas entre los 6 y 7 años, de la escuela Garbí Pere Vergés de Barcelona. La intervención se realizó con un grupo de alumnos en el contexto de sus clases regulares de tecnología y educación física, integrando las sesiones de "Exploradores Digitales en Acción" como parte de la programación escolar.

2.2. Enfoque metodológico

Este proyecto piloto sigue una metodología cualitativa de observación y reflexión sobre las prácticas pedagógicas implementadas, sin emplear un diseño experimental formal con grupos de control. Se basa en los principios del aprendizaje físicamente activo (PAL) y el pensamiento computacional desenchufado, utilizando actividades que integran el movimiento físico con la enseñanza de conceptos computacionales, como la secuenciación y el reconocimiento de patrones.

El objetivo de este enfoque metodológico es evaluar las prácticas educativas innovadoras a través de la observación directa y la percepción subjetiva de los estudiantes, que transmiten información a los y las docentes, sin llevar a cabo pruebas estandarizadas formales ni recopilar datos cuantitativos. No obstante, la implementación de estas sesiones ha permitido identificar el potencial de esta metodología para fomentar un aprendizaje más dinámico y comprometido entre los estudiantes, además de reducir la exposición a pantallas.

Figura 4

Realización del recorrido del Robot Digital en Acción



2.3 Instrumentos de evaluación

Aunque no se utilizaron pruebas estandarizadas en este proyecto piloto, se realizaron cuestionarios informales de satisfacción para los estudiantes, con el fin de recoger su percepción sobre las actividades y el enfoque de aprendizaje. Estos cuestionarios, aunque no forman parte de una evaluación rigurosa, proporcionaron una retroalimentación valiosa sobre el disfrute de las actividades, el nivel de compromiso y la colaboración durante las sesiones.

Adicionalmente, la observación directa fue un instrumento clave en este proyecto. Los docentes observaron cómo los estudiantes interactuaban en las actividades, su nivel de motivación y su capacidad para comprender los conceptos de pensamiento computacional a través del movimiento físico. Estas observaciones cualitativas permiten generar hipótesis sobre los beneficios potenciales de este enfoque metodológico.

2.4 Posibilidades para futuros estudios

Si bien este proyecto piloto no incluye un diseño experimental con grupos comparativos, se plantea la posibilidad futura de llevar a cabo un estudio más riguroso. En este contexto, se podrían formar dos grupos: uno que utilice la metodología de aprendizaje físicamente activo del pensamiento computacional y otro que siga un enfoque más tradicional basado en pantallas y robots. Este estudio

futuro incluiría la aplicación de pruebas estandarizadas para medir el rendimiento cognitivo de los estudiantes en áreas como la secuenciación, la resolución de problemas y la atención, así como evaluaciones físicas para medir el impacto del movimiento en su bienestar general.

El desarrollo de un estudio más formal con un enfoque cuasi-experimental permitiría comparar de manera más rigurosa los resultados de ambos enfoques, proporcionando datos cuantitativos que respalden la hipótesis de que el aprendizaje físicamente activo puede mejorar tanto las habilidades cognitivas como el bienestar general de los estudiantes.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos durante la implementación del proyecto "Exploradores Digitales en Acción" en el grupo de primer grado de la escuela Garbí Pere Vergés se basan principalmente en observaciones cualitativas realizadas por los docentes a lo largo de las sesiones. Aunque no se realizaron pruebas estandarizadas para medir el impacto exacto en términos cuantitativos, la experiencia recogida permite identificar una serie de beneficios significativos en el comportamiento y el aprendizaje de los estudiantes. Se plantearon dos cuestionarios para una valoración cualitativa, uno para docentes y otro para el alumnado (Anexos). No obstante, estos cuestionarios no están analizados porque se trata aun de proyecto piloto. A continuación, se presentan los principales hallazgos observados mediante la valoración cualitativa y de observación de dicho proyecto piloto:

3.1 Mayor motivación y compromiso con las actividades

Uno de los resultados más notables de la implementación de este enfoque fue el alto nivel de motivación y compromiso demostrado por los estudiantes durante las actividades. Los alumnos mostraron un entusiasmo considerable al participar en los juegos y dinámicas de movimiento, lo que favoreció un ambiente de aprendizaje activo y positivo. La combinación de actividades físicas con el aprendizaje de conceptos abstractos, como la secuenciación y la lógica, parece haber generado un

interés genuino por parte de los estudiantes, quienes expresaron en repetidas ocasiones su disfrute por la metodología empleada.

Durante las observaciones, los docentes notaron que los estudiantes esperaban con entusiasmo cada nueva sesión, mostrando una actitud proactiva al involucrarse en las actividades propuestas. Este tipo de motivación intrínseca es clave en el aprendizaje infantil, ya que fomenta la curiosidad y el deseo de participar, aspectos que son esenciales para un aprendizaje profundo y significativo.

Además, el hecho de que las actividades no requirieran el uso de pantallas o tecnología digital, lo cual a menudo puede ser un estímulo externo de distracción, permitió a los estudiantes concentrarse en los retos cognitivos que las actividades físicas y los juegos planteaban. Al mismo tiempo, la naturaleza lúdica de las sesiones resultó ser un factor decisivo para captar la atención y mantener el interés de los niños durante toda la actividad.

3.2 Mayor participación y colaboración entre los alumnos

Otro aspecto significativo observado fue el aumento en los niveles de participación y colaboración entre los estudiantes. A lo largo de las sesiones, los niños no solo participaron activamente en las actividades, sino que también se involucraron en procesos de toma de decisiones en grupo, lo que fomentó una dinámica de trabajo colaborativo. Las actividades diseñadas requerían que los estudiantes trabajaran juntos para resolver problemas, creando secuencias de movimientos o instrucciones para "programar" a sus compañeros en los juegos.

Este formato colaborativo permitió a los estudiantes desarrollar habilidades sociales clave, como la cooperación y el respeto por las ideas de los demás. En muchas ocasiones, se observó cómo los niños discutían sus ideas y las organizaban de manera conjunta, creando un ambiente de aprendizaje colaborativo. Las actividades también contribuyeron a mejorar la comunicación entre los estudiantes, quienes compartían sus ideas y estrategias para completar las tareas de manera efectiva.

La estructura de los juegos, que en muchos casos requería que un estudiante dirigiera a sus compañeros mediante instrucciones claras, permitió también que los estudiantes más tímidos o con menos confianza desarrollaran un mayor liderazgo y participaran activamente en el grupo. A lo largo del proyecto, se observó una evolución en la capacidad de los estudiantes para organizarse y tomar decisiones colectivas, lo que refuerza la idea de que el aprendizaje físicamente activo no solo impacta en el aspecto cognitivo, sino también en el desarrollo de habilidades sociales.

3.3 Retroalimentación de los docentes

La retroalimentación cualitativa de los docentes involucrados en el proyecto también fue positiva. Señalaron que el enfoque del aprendizaje físicamente activo permitió que los estudiantes, incluso aquellos con menos habilidades tecnológicas o problemas de atención, pudieran participar plenamente en las actividades. Los docentes observaron que esta metodología fue inclusiva y adecuada para el rango de edades, ofreciendo oportunidades para que todos los estudiantes tuvieran éxito.

Asimismo, los docentes notaron que los estudiantes mostraron una actitud más positiva hacia las actividades relacionadas con la programación y la lógica en comparación con sesiones anteriores que utilizaban pantallas o dispositivos robóticos. Esta actitud positiva hacia el aprendizaje es un indicio de que la metodología puede tener un impacto duradero en el desarrollo de competencias digitales y computacionales.

Estos resultados cualitativos sugieren que la metodología de aprendizaje físicamente activo del pensamiento computacional desenchufado es prometedora y motivan a continuar desarrollando este tipo de prácticas en contextos educativos. Si bien no se han recogido datos cuantitativos formales, las observaciones indican un alto grado de participación, motivación, colaboración y desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes.

4. DISCUSIÓN

Los resultados cualitativos obtenidos en este proyecto piloto proporcionan una visión alentadora sobre el uso del aprendizaje físicamente activo (PAL) y el pensamiento computacional desenchufado en el contexto de la educación primaria. A lo largo de las sesiones implementadas en la escuela Garbí Pere Vergés, se observó un aumento significativo en la motivación, la participación y la colaboración de los estudiantes, además de una clara mejora en su uso del vocabulario relacionado con el pensamiento computacional. Estos hallazgos, aunque preliminares, refuerzan la literatura previa que subraya los beneficios tanto cognitivos como sociales del aprendizaje activo (Hillman, 2014; Mavilidi et al., 2018; Pesce, 2012).

Uno de los aspectos más importantes de este estudio es el impacto positivo que el enfoque de aprendizaje activo parece tener en la motivación de los estudiantes. Investigaciones previas (Best, 2010; Diamond, 2012;) han demostrado que la actividad física puede mejorar la atención y la función ejecutiva, aspectos que podrían explicar el alto nivel de compromiso observado durante las actividades. La oportunidad de moverse, colaborar con sus compañeros y enfrentarse a desafíos en un entorno lúdico parece haber captado el interés de los estudiantes, favoreciendo un entorno de aprendizaje más dinámico y significativo. Este resultado es especialmente relevante en el contexto actual, donde las preocupaciones sobre la exposición excesiva a pantallas en edades tempranas han motivado la búsqueda de alternativas pedagógicas que promuevan un aprendizaje más equilibrado (Zapata, 2019).

Además de los beneficios en términos de motivación, la colaboración entre los estudiantes fue otro de los aspectos destacados en las observaciones. Al trabajar en equipo para resolver problemas complejos, como crear secuencias de movimientos en los juegos, los estudiantes no solo mejoraron sus habilidades cognitivas, sino que también desarrollaron competencias sociales esenciales, como la toma de decisiones conjunta y el respeto por las ideas de los demás. Este tipo de actividades colaborativas fomenta un aprendizaje significativo y contribuye a preparar a los estudiantes para los desafíos del mundo real, donde la resolución de problemas a menudo requiere colaboración y trabajo en equipo (Mavilidi et al., 2018).

Otro resultado destacable fue la incorporación de un vocabulario específico del pensamiento computacional por parte de los estudiantes. A lo largo del proyecto, los alumnos comenzaron a utilizar términos técnicos como "algoritmo", "secuencia" y "patrón" con mayor precisión y frecuencia. Esto concuerda con estudios como el de Yadav et al. (2017), que resaltan cómo las actividades desenchufadas pueden ser una herramienta efectiva para introducir a los estudiantes más jóvenes en conceptos computacionales abstractos sin la necesidad de recurrir a tecnologías avanzadas. El hecho de que los estudiantes empezaran a aplicar este vocabulario en otros contextos escolares es un indicativo de la transferencia del aprendizaje, lo que sugiere que el enfoque desenchufado y físicamente activo puede generar una comprensión más profunda y duradera de los conceptos computacionales.

A pesar de estos resultados positivos, es importante reconocer las limitaciones del proyecto. Al tratarse de un proyecto piloto sin un grupo de control ni un diseño experimental formal, los resultados no pueden generalizarse de manera definitiva ni compararse rigurosamente con otras metodologías. La ausencia de pruebas estandarizadas para medir el impacto en términos de rendimiento académico limita la capacidad para evaluar cuantitativamente el éxito del enfoque. Sin embargo, como señala Mavilidi et al. (2018), los beneficios observados en términos cualitativos proporcionan una base sólida para la hipótesis de que el aprendizaje físicamente activo podría tener un impacto positivo en el desarrollo cognitivo y social de los estudiantes.

Una de las áreas en las que este proyecto piloto podría avanzar es la realización de un estudio cuasi-experimental más riguroso en el futuro. Tal estudio podría incluir la formación de un grupo de control que siga una metodología tradicional basada en pantallas y robots, y un grupo experimental que continúe con la metodología de aprendizaje físicamente activo. La aplicación de pruebas estandarizadas, como evaluaciones de pensamiento computacional, podría proporcionar datos cuantitativos que refuercen o refuten los resultados observados en este proyecto preliminar. Esto permitiría una comparación más precisa entre ambos enfoques y ayudaría a determinar si los beneficios observados se traducen en una mejora medible en el rendimiento académico y cognitivo (Wing, 2006)."

4.1 Implicaciones pedagógicas y futuras líneas de investigación

Este proyecto piloto sugiere que el aprendizaje físicamente activo tiene un gran potencial como metodología educativa en la enseñanza del pensamiento computacional en los primeros años de la educación primaria. En un contexto en el que el uso de pantallas en la educación infantil ha generado preocupación, este enfoque ofrece una alternativa equilibrada que permite a los estudiantes desarrollar competencias digitales y cognitivas sin depender exclusivamente de la tecnología. A través de actividades colaborativas y físicas, los estudiantes pueden interiorizar conceptos abstractos de manera tangible y significativa, lo que podría facilitar su retención y aplicación en etapas educativas posteriores.

No obstante, es necesario realizar más investigaciones para validar estos hallazgos preliminares. Estudios futuros podrían centrarse en evaluar cómo se compara el enfoque de aprendizaje físicamente activo con otras metodologías en términos de eficacia cognitiva y desarrollo social. Además, sería útil explorar cómo este enfoque puede ser adaptado para diferentes contextos educativos y niveles escolares, ya que es probable que sus beneficios varíen en función de la edad y las necesidades específicas de los estudiantes.

5. CONCLUSIONES

El presente proyecto piloto ha permitido explorar los efectos del aprendizaje físicamente activo en la enseñanza del pensamiento computacional en un grupo de alumnos de primer grado de primaria. A través de la observación cualitativa, se ha podido constatar que este enfoque no solo genera un alto nivel de motivación y compromiso entre los estudiantes, sino que también fomenta una mayor colaboración y participación en las actividades grupales. Además, los estudiantes demostraron una notable mejora en su uso del vocabulario técnico relacionado con la programación, lo que sugiere que este enfoque facilita la comprensión y retención de los conceptos computacionales.

Aunque este proyecto no incluyó un diseño experimental formal ni pruebas estandarizadas, los resultados observados proporcionan una base sólida para seguir

investigando el potencial del aprendizaje físicamente activo en la educación primaria. Los docentes destacaron el éxito de esta metodología en términos de inclusión, participación y disfrute de las actividades, y los estudiantes respondieron positivamente al enfoque lúdico y colaborativo. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas que subrayan los beneficios cognitivos y sociales del aprendizaje activo (Hillman, 2014; Pesce, 2012).

A pesar de sus limitaciones, este proyecto piloto ofrece importantes implicaciones pedagógicas para el futuro. En un momento en que las escuelas buscan equilibrar el uso de la tecnología en las aulas, el enfoque desenchufado y físicamente activo se presenta como una alternativa viable que permite a los estudiantes desarrollar competencias digitales sin recurrir a dispositivos tecnológicos de manera intensiva. Este equilibrio puede tener importantes beneficios para el bienestar físico y cognitivo de los estudiantes, lo que lo convierte en un enfoque prometedor en el contexto de las nuevas demandas educativas.

Finalmente, se plantea la posibilidad de que futuras investigaciones incluyan diseños experimentales más rigurosos que permitan evaluar de manera cuantitativa los efectos de esta metodología. Esto incluiría la comparación con enfoques tradicionales mediante la creación de grupos de control y la aplicación de pruebas estandarizadas que midan el impacto en el rendimiento académico y las habilidades cognitivas. Estas investigaciones permitirían confirmar si los beneficios observados en este proyecto cualitativo se replican en otros contextos y con una mayor base de evidencia empírica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bers, M. U. (2010). The TangibleK Robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research & Practice, 12*(2). Retrieved from <http://ecrp.uiuc.edu/v12n2/bers.html>
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review, 30*(4), 331-351. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2010.08.001>

- Blakemore, S.-J., & Frith, U. (2005). *The learning brain: Lessons for education*. Blackwell Publishing.
- Diamond, A. (2012). Activities and programs that improve children's executive functions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(5), 335-341. <https://doi.org/10.1177/0963721412453722>
- Díaz Cobos, G. (2023). Deporte y función neuronal, moverse y pensar: Influencia de la actividad física en la atención, la memoria y el cálculo en alumnos de seis y siete años. *Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya*
- Mavilidi, M.-F., Okely, A. D., Chandler, P., Cliff, D. P., & Paas, F. (2018). Effects of integrating physical activities into a science lesson on preschool children's learning and enjoyment. *Applied Cognitive Psychology*, 32(5), 625-632. <https://doi.org/10.1002/acp.3415>
- Pesce, C. (2012). Shifting the focus from quantitative to qualitative exercise characteristics in exercise and cognition research. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 34(6), 766-786. <https://doi.org/10.1123/jsep.34.6.766>
- Resnick, M. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT Press.
- Sigman, A. (2012). Time for a view on screen time. *Archives of Disease in Childhood*, 97(11), 935-942. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2012-302196>
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Yadav, A., Zhou, N., Mayfield, C., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2017). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 17(4), Article 1. <https://doi.org/10.1145/3105726>

Zapata, Ros, M. (2019). Pensamiento computacional desenchufado. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 20. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18

ANEXO

Cuestionario para docentes

Este cuestionario evalúa la implementación del proyecto y su impacto desde la perspectiva de los docentes.

Instrucciones: Por favor, responda las siguientes preguntas basadas en sus observaciones durante el proyecto "Exploradores Digitales en Acción".

1. **¿Notó un aumento en la motivación de los estudiantes durante el proyecto?**
 - No, la motivación disminuyó
 - No hubo cambio
 - Sí, hubo un ligero aumento
 - Sí, la motivación aumentó significativamente
2. **¿Los estudiantes mostraron interés en las actividades del proyecto?**
 - No mostraron interés
 - Mostraron poco interés
 - Mostraron un interés moderado
 - Mostraron mucho interés
3. **En comparación con las clases regulares, ¿cómo evalúa la participación de los estudiantes en este proyecto?**
 - Menos participativos que en clases regulares
 - Igualmente participativos que en clases regulares
 - Más participativos que en clases regulares
4. **¿Cree que las actividades del proyecto ayudaron a los estudiantes a entender mejor los conceptos como secuencias o patrones?**
 - No ayudaron
 - Ayudaron poco
 - Ayudaron moderadamente
 - Ayudaron mucho

6.2. Cuestionario para Estudiantes de 7 años

Este cuestionario está diseñado para ser respondido por los estudiantes con preguntas sencillas sobre su experiencia en el proyecto.

Instrucciones: ¡Hola! Por favor, dibuja un círculo alrededor de la carita que muestra cómo te sientes sobre las actividades que hicimos en el proyecto "Exploradores Digitales en Acción".

1. **¿Te gustó jugar y aprender con tus amigos?**
 - 😞 No me gustó
 - 😊 Estuvo bien
 - 😄 Me gustó
 - 😁 ¡Me encantó!
2. **Cuando jugabas, ¿te sentías feliz?**
 - 😞 No, estaba triste

- 😞 Estaba un poco feliz
 - 😊 Sí, estaba feliz
 - 😄 Sí, estaba muy feliz
3. **¿Te gustó aprender cosas nuevas como seguir pasos o crear patrones?**
- 😞 No me gustó
 - 😊 Estuvo bien
 - 😊 Me gustó
 - 😄 ¡Me encantó aprender eso!
4. **¿Quieres hacer más actividades como las que hicimos en el proyecto?**
- 😞 No quiero
 - 😊 Tal vez
 - 😊 Sí, quiero
 - 😄 ¡Sí, quiero mucho!

PRESCHOOL TEACHER TRAINING: INTEGRATING STEAM AND DIGITAL TECHNOLOGY IN MONTESSORI METHOD - A CONTENT ANALYSIS

Erica Pamela Köchig

ericapamela.kochig@estudiants.urv.cat

<https://orcid.org/0009-0009-3422-3505>

Universitat Rovira i Virgili (España)

ABSTRACT

The Montessori Method is designed to guide the natural development of children from birth, and elements of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) are present in its Mathematics, Sensorial, and Cultural areas. To ensure a proper education pre-service and in-service preschool teachers must receive training to be able to integrate STEAM and Digital Technology into the Montessori Method. This study analyse content of existing literature on implementing STEAM content and Digital Technology within the Montessori Method, focusing on educational practices and experiences. Using the PRISMA technique, a content analysis of publications from 2006 to 2023 was conducted, emphasizing curriculum planning, projects, activities, material implementation, teacher preparation and teachers' opinions. A sample of ten articles shows teachers' positive attitudes toward integrating STEAM and Digital Technology into Montessori training, benefiting their professional growth, preschool settings and personal development. The study highlights the connections between STEAM education, Digital Technology and the Montessori Method, noting their positive impact on children's social and individual development, teachers' professional improvement, and the long-term constructive implications for preschool education. Future studies should focus on creating action research projects, incorporating STEAM, Digital Technology and Montessori training techniques to improve teaching practices, and exploring how teachers adapt STEAM topics for preschoolers and how they integrate Digital technology in their work.

1. INTRODUCTION

During the first part of life, children absorb the world around them, gathering information through all senses to cultivate their natural desire to learn, as described by Love and Sikorski (2000). Dr. Maria Montessori's multisensory learning approach builds on this innate curiosity, integrating visual, auditory, tactile, and kinesthetic didactic materials tailored to the child's developmental needs within a prepared environment (Shams & Seitz, 2008). This setting provides the necessary experience for a child to comprehend reality, as emphasized by Stark (1976). Today's children's landscape is rich in digital technologies, artistic expressions, media, and scientific advances, fundamental elements of STEAM education (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics). These elements resonate with the Montessori environment: Practical Life Exercises, Sensorial Material, Language Material, Mathematical Material, and Cultural Extensions. Despite the immense potential of merging Montessori methods with STEAM education and Digital Technology (DT), apprehensions about technology compromising Montessori philosophy and a lack of confidence among educators in STEM fields hinder this integration (Love & Sikorski, 2000; Elkin et al., 2014), as well as the usage and adoption of DT by teachers (Migliorino & Jeffrey, 2004; Redecker & Punie, 2017).

Training preschool teachers in STEAM education, DT, and Montessori education is crucial for fostering a holistic and future-oriented learning environment (Bush & Cook, 2019; Yakman & Lee, 2012). Integrating STEAM content into early childhood education, enhances children's development by providing quality, challenging stimuli and bridging gender gaps in these fields (Ching et al., 2019; Gibert & Valls, 2022; Sullivan & Strawhacker, 2021). Educators need to understand children's developmental stages and adapt teaching materials accordingly, a principle rooted in the Montessori Method (Lillard & McHugh, 2019), incorporating digital technologies equips teachers with the tools to implement innovative and interactive educational practices, preparing students for a technology-driven world (Zuckerman et al., 2005; Elkin et al., 2014; Redecker & Punie, 2017). This comprehensive training not only improves teachers' professional skills but also enriches students' learning experiences, promoting their social and individual development (Yakman, 2006; García-Peñalvo, 2022; Bush & Cook, 2019).

2. METHOD

According to García-Peñalvo (2022), every study should adhere to a methodology that offers guidelines for work, making it dependable and repeatable in the future. This study complies with the PRISMA-P checklist (Page et al., 2021), which was modified for social science education studies, and follows Kitchenham's (2004) three-phase method. A PRISMA 2020 flow was implemented for the selection process (identification of studies via databases and registers and identification of studies via other methods). The search strategy involved querying multiple databases, Web of Science, Scopus, ERIC, Dialnet, and ScienceDirect, focusing on peer-reviewed articles that developed STEAM within the Montessori Method for preschoolers (ages 3-6) as the main topic, in English or Spanish, and published from 2006 to 2023. A total of 339 articles were identified, from which 10 were included in the following phase (Table 1). A content analysis was carried out, enabling the discovery of relevant material by classifying content (Bowen, 2009; Cohen et al., 2007; Dulzaides Iglesias & Molina Gómez, 2004), having the main study question as a framework: what elements should be considered in preschool teacher training for integrating DT and STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) within the Montessori method?

Table 1

List with the 10 final selected articles

Author	Title	Year	Country
Çakır & Yalçın	Pre-School teacher candidates' views on STEM applications based on Montessori approach.	2020	Turkey
Çakır & Yalçın	The investigation of the effect of Montessori approach-based STEM activities on the problem-solving skills of pre-service preschool teachers.	2021	Turkey
Çakır & Yalçın	The effect of Montessori approach-based STEM education on pre-service pre-school teachers' self-directed learning.	2022	Turkey
Namukasa & Aryee	Pedagogical knowledge for teaching mathematics in montessori schools.	2021	Canada
Fernandez-Oliveras et al.	Estudio de una propuesta lúdica para la educación científica y matemática globalizada en infantil.	2016	Spain

Author	Title	Year	Country
López & Sorribas	Transformación metodológica de la Escola Montessori de Rubí desde una perspectiva STEAM y de género.	2020	Spain
Orosco & Serquén	Materiales sensoriales Montessori en el desarrollo de la noción de seriación en infantes de cinco años.	2018	Peru
Owen & Davies	Maintaining an empowered school community: Introducing digital technologies by building digital literacies at Beehive Montessori School.	2020	Australia
Şimşek & Tuğluk	Making learning visible in the 21st Century: Examining the use of digital assessment tools in Montessori education.	2021	Spain/Turkey
Silvis et al.	Children caring for robots: Expanding computational thinking frameworks to include a technological ethic of care.	2022	US

Note. Köchig, E.P. (2024). *The STEAM content in the Montessori Method in early childhood education: a systematic literature review* [Master's thesis not published]. Universitat Rovira i Virgili.

2.1. Data Synthesis

In the first phase, a word cloud was created in the free licence software Voyant Tools (Version 2.6.14, Sinclair & Rockwell, 2024), based on the frequency of terms in the 10 selected articles in order to line up the thematic coding (Image 1). Observing the results and making an extraction and prioritisation of the most significant terms (Dulzaides Iglesias & Molina Gómez, 2004), the main word is *Montessori* with a total of 765, but if we sum up the terms consider synonyms of *teacher* (284), such as *educators* (248), and its plural *teachers* (378), it would be the most frequent term. This is the main term in the publications. The following ones are part of the same semantic field, *education* (640) and *learning* (453), and with 331 the term *STEM* appears, preceded by the term *digital* (285). From the cloud of terms, the one that highlights is *problem*, which is used in different ways, such as, problem-solving as a skill (Çakır & Yalçın, 2021-2021-2022; Orosco & Serquén, 2018; Owen & Davies, 2020; Namukasa & Aryee, 2021; López & Sorribas, 2020), daily-life problems to face and solve (Çakır & Yalçın, 2020-2021-2022; Fernandez-Oliveras et al., 2016; López & Sorribas, 2020), problems about the implementation or a pedagogical difficulty (Owen & Davies, 2020), and a technical issue or malfunction related to digital technologies (Şimşek & Tuğluk, 2021).

In order to identify the main themes and tags, a triangulation of the word cloud's information and the content provided by the IA was carried out (Armstrong, 2021). The output of the IA included the four main themes from the word cloud, and in each of them the tool provided three tags (Table 2). The next phase involved the 10 documents coding and tagging, which was performed in the software Atlas.ti (Version 5.8.0, 2023).

Table 2

List of themes and tags provided by the AI.

Main Theme and Tags			
Montessori Approach	STEAM/STEM Education	Digital Technologies	Teachers' Training
Techniques and methods (e.g., sensorial materials, self-directed learning).	Integration of science, technology, engineering, arts, and mathematics.	Tools and resources for teaching and learning.	Preparation and professional development.
Impact on student learning outcomes.	Curriculum design and implementation.	Impact on pedagogical practices.	Challenges and successes.
Training methods for Montessori educators.	Effects on student engagement and learning.	Digital literacy skills development.	Opinions and reflections on training effectiveness.

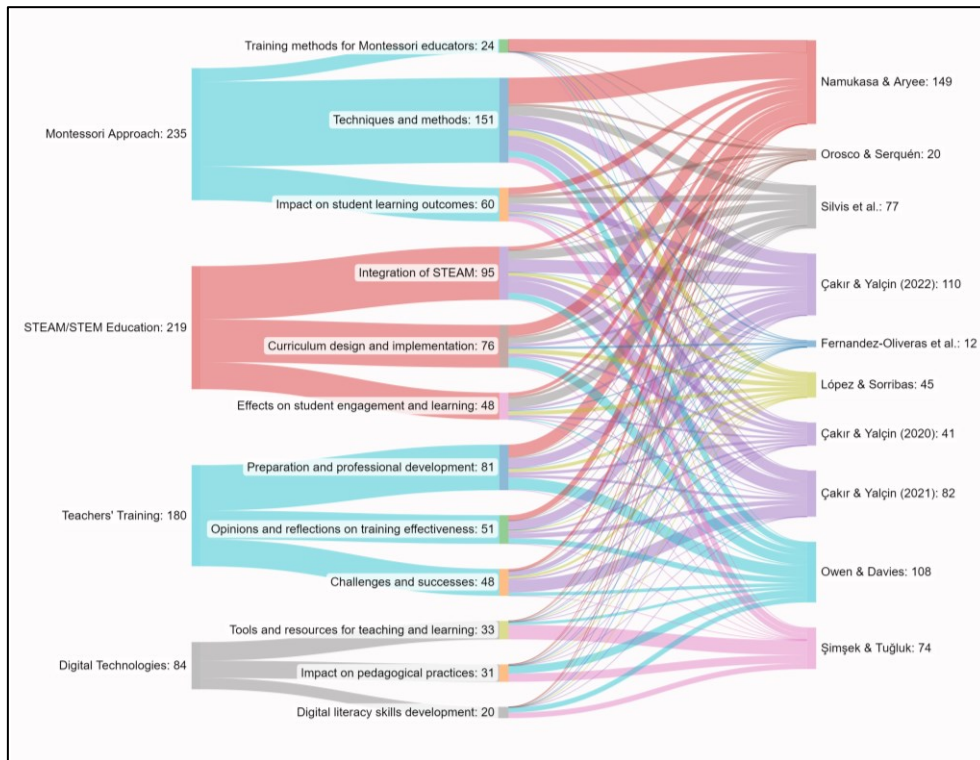
Note. Main themes and tags that emerge from the content of the 10 articles provided to IA tool (OpenAI, 2024)

During the process of tagging the articles, a great number of passages tagged with STEAM/STEM Education were also sharing the tag of Digital Technologies, with the more recurrent combination of *Tools and resources for teaching and learning* (Digital Technology) and *Integration of STEAM* (STEAM/STEM Education).

For the visualization of the data (Image 2), a Sankey diagram was created using the free source software SankeyMATIC (Bogart, 2024). The main theme that was shared among all the articles is Teachers' Training, which is covered and intertwined with the topics from the other three main themes. From the tags that integrate this theme, the one that was the most observed is *Preparation and professional development*.

Image 2

Sankey diagram for thematic coding by article



Note. Sankey diagram created with SankeyMATIC.

3. RESULTS

The content analysis of the articles provided resourceful information about the elements to consider when implementing Digital Technologies and STEAM/STEM Education in the Montessori Approach. In the studies, teachers value the integration of thoughtful STEAM material selection for preschool children (Silvis et al., 2022; Çakır & Yalçın, 2020-2022; Namukasa & Aryee, 2021; Fernandez-Oliveras et al., 2016; López & Sorribas, 2020; Orosco & Serquén, 2018), considering the results of previous attempts to adapt and enhance it, as well as the improvement of forethought while planning (Çakır & Yalçın, 2020-2021-2022; Namukasa & Aryee, 2021; Fernandez-Oliveras et al., 2016; López & Sorribas, 2020). In the study of Namukasa and Aryee (2021), the application and work on presentation/material Montessori manuals could guide the planning process and provide records. In the same aspect, in the study of Owen and Davies (2020), the work on specific activities,

analysing options to integrate digital technologies, and STEAM materials foresighting possible issues, outcomes, and finding solutions.

Furthermore, the merge of the content from the results and the passages of interviews show the importance of training teachers to be able to implement systemic observation and self-assessment (Owen & Davies, 2020; Çakır & Yalçın, 2022; Fernandez-Oliveras et al., 2016; López & Sorribas, 2020), elements of vital importance for the preparation of the environment and the selection of activities (Silvis et al., 2022, Owen & Davies, 2022; Çakır & Yalçın, 2020; Fernandez-Oliveras et al., 2016). In addition, the incorporation of peer-work, literature review strategies, and professional consultation to improve teaching practices and the importance of mastering the new material and content (Namukasa & Aryee, 2021; Çakır & Yalçın, 2020-2021-2022; Owen & Davies, 2020; López & Sorribas, 2020; Orosco & Serquén, 2018; Şimşek & Tuğluk, 2021).

Related to the incorporation of digital technologies in preschool, the content uniformly show the importance of a judicious use of digital tools in early childhood education (Owen & Davies, 2020; Silvis et al., 2022; López & Sorribas, 2020), in the children developmental aspect highlights the importance of considering the holistic development of children's intellectual and interpersonal skills while introducing digital tools in the curriculum (Silvis et al., 2022; Orosco & Serquén, 2018; Owen & Davies, 2020) as well as STEAM activities (Çakır & Yalçın, 2020; López & Sorribas, 2020), and in the teaching practices aspect, the importance of mastering the digital tool (Digital Competence) and aligned them to the Montessori pedagogy (Şimşek & Tuğluk, 2021; Owen & Davies, 2020; Silvis et al., 2022; López & Sorribas, 2020).

4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

In the different studies, it is shown the positive implication of training teachers at different times in their professional careers, during academic preparation (Sanz-Benito et al., 2024) or in continuing education (Laal & Salamati, 2012; Friedman, 2023). The best case scenario is to provide pre-service teachers of the abilities to generate lifelong learning, while they are prepared with long lasting experiences in

the field of STEAM education, digital technologies and Montessori pedagogical approach (Çakır & Yalçın, 2022; Namukasa & Aryee, 2021), but the realistic scenario taking into account the educational system of multiple countries (Sak, 2015) is for in-service and pre-service teachers to find options as continuing education, professional development or career development (Owen & Davies, 2020; López & Sorribas, 2020; Çakır & Yalçın, 2020-2021-2022) that could offer them quality educational experiences to excel in their teaching practices when incorporating STEAM activities, DT, and Montessori Method.

Moreover, the length of the courses or seminars is not a major factor, as the educational quality that they offer, even a short course can have a positive impact on the professional career of teachers (Çakır & Yalçın, 2021; López & Sorribas, 2020). In addition, considering teachers' reflections about their experiences working together during their training (Çakır & Yalçın, 2020-2021-2022; López & Sorribas, 2020; Owen & Davies, 2020; Namukasa & Aryee, 2021), there is the possibility of implementing models to improve teachers' professional development in a collaborative educational network and improve skills as a community (Borko et al., 2015; Bush & Cook, 2019).

Integrating STEAM education and digital technology into the Montessori framework holds significant potential for enriching early childhood education. The analysed studies underscore the importance of equipping both pre-service and in-service teachers with comprehensive training that includes systemic observation, self-assessment, and the mastery of new digital tools (Çakır & Yalçın, 2022; Namukasa & Aryee, 2021). This training not only enhances teaching practices but also improves student outcomes by aligning with Montessori principles (Bush & Cook, 2019; Zuckerman et al., 2005). Furthermore, fostering collaborative networks and promoting lifelong learning among educators is essential for effective implementation (Borko et al., 2015; García-Peñalvo, 2022).

As digital technologies become increasingly integral to education, it is crucial to integrate these tools thoughtfully, ensuring they support the holistic development of children and prepare them for a technology-driven future. This balanced approach can bridge the gap between traditional Montessori methods and modern

educational demands, fostering a well-rounded and future-oriented learning environment for young children.

Future studies should focus on creating action research projects that incorporate STEAM, DT, and Montessori training techniques to enhance teaching practices. These studies should explore how teachers adapt STEAM topics for preschoolers and how they integrate DT into their work. This research will be vital in understanding and addressing the challenges and opportunities of merging these educational approaches, ultimately improving the quality and effectiveness of preschool educational system.

BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

- Armstrong, C. (2021). Key methods used in qualitative document analysis. chanda, armstrong, Key Methods Used in Qualitative Document Analysis. *SSRN*.
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3996213>
- ATLAS.ti Scientific Software Development GmbH. (2023). ATLAS.ti Mac (version 23.2.1) [Qualitative data analysis software]. <https://atlasti.com>
- Bian, L., Leslie, S., & Cimpian, A. (2017). Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. *Science*, 355(6323), 389-391.
<https://doi.org/10.1126/science.aah6524>
- Bogart, S. (2024). SankeyMATIC [Web-based diagram builder].
<https://sankeymatic.com/>
- Borko, H., Jacobs, J., Koellner, K., & Swackhamer, L. E. (2015). *Mathematics professional development: Improving teaching using the problem-solving cycle and leadership preparation models*. Teachers College Press.
- Bush, S. B., & Cook, K. (2019). Structuring STEAM Inquiries: Lessons Learned from Practice. *Springer*, 19-35. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1>
- Çakır, Z., & Yalçın, D. D. S. A. (2020). Pre-School teacher candidates' views on STEM applications based on Montessori approach. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 11(3), 344-367. <https://doi.org/10.17569/tojqi.636526>
- Çakır, Z., & Yalçın, S. A. (2021a). The investigation of the effect of Montessori approach-based STEM activities on the problem-solving skills of pre-service

- preschool teachers. *Journal of Theoretical Educational Science*, 14(2), 93-119.
<https://doi.org/10.30831/akukeg.824773>
- Çakır, Z., & Yalçın, S. A. (2022). The effect of Montessori approach-based STEM education on pre-service pre-school teachers' self-directed learning. *e-International Journal of Educational Research*, 13(2), 142-162.
<https://doi.org/10.19160/e-ijer.1038793>
- Ching, Y., Yang, D., Wang, S., Baek, Y., Swanson, S., & Chittoori, B. (2019). Elementary School Student Development of STEM Attitudes and Perceived Learning in a STEM Integrated Robotics Curriculum. *TechTrends*, 63(5), 590-601.
<https://doi.org/10.1007/s11528-019-00388-0>
- Dulzaides Iglesias, M. E., & Molina Gómez, A. M. (2004). Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. *ACIMED*, 12(2), 1.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000200011&lng=es&tlng=es.
- Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13, 153-169.
<https://doi.org/10.28945/2094>
- Fernández-Oliveras, A. F., Correa, V. M., & Oliveras, M. (2016). Estudio de una propuesta lúdica para la educación científica y matemática globalizada en infantil. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 13(2), 373-383. <http://hdl.handle.net/10498/18294>
- Friedman, A. L. (2023). Continuing professional development as lifelong learning and education. *International Journal of Lifelong Education*, 42(6), 588-602.
<https://doi.org/10.1080/02601370.2023.2267770>
- García-Peñalvo, F. J. (2022). Desarrollo de estados de la cuestión robustos: Revisiones Sistemáticas de Literatura. *Education in the Knowledge Society*, 23, 1-23. <https://doi.org/10.14201/eks.28600>
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for Performing Systematic Reviews. NICTA Technical Report.
http://artemisa.unicauca.edu.co/~ecaldon/docs/spi/kitchenham_2004.pdf

- Köchig, E.P. (2024). *The STEAM content in the Montessori Method in early childhood education: a systematic literature review* [Master's thesis not published]. Universitat Rovira i Virgili.
- Laal, M., & Salamati, P. (2012). Lifelong learning; why do we need it?. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 399-403. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.073>
- Lillard, A. S., & McHugh, V. (2019). Authentic Montessori: The Dottoressa's View at the End of Her Life Part I: The Environment. *Journal of Montessori Research*, 5(1), 1-18. <https://doi.org/10.17161/jomrv5i1.7716>
- López, S. R., & Sorribas, C. G. (2020). Transformación metodológica de la Escola Montessori de Rubí desde una perspectiva STEAM y de género. *Participación Educativa*, 7(10), 123-136. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7459316>
- Love, A., & Sikorski, P. (2000). Integrating Technology in a Montessori Classroom. *ERIC*. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED441600.pdf>
- Luttenberger, S., Paechter, M., & Ertl, B. (2019). Self-Concept and support experienced in school as key variables for the motivation of women enrolled in STEM subjects with a low and moderate proportion of females. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01242>
- Namukasa, I. K., & Aryee, K. L. (2021). Pedagogical knowledge for teaching mathematics in montessori schools. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 16(3). <https://doi.org/10.29333/iejme/11005>
- OpenAI. (2024). ChatGPT (Mar 14 version) [Large language model]. <https://chat.openai.com/chat>
- Orosco, L. M. N., & Serquén, R. L. L. (2018). Materiales sensoriales Montessori en el desarrollo de la noción de seriación en infantes de cinco años. *Eduser*, 5(1). <https://doi.org/10.18050/RevEduser.v5n1a4>
- Owen, S., & Davies, S. (2020). Maintaining an empowered school community: Introducing digital technologies by building digital literacies at Beehive Montessori School. *London Review of Education*, 18(3). <https://doi.org/10.14324/lre.18.3.03>
- Page M. J., McKenzie J.E., Bossuyt P. M., Boutron I., Hoffmann T. C., Mulrow C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E. A., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw,

- J., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . Moher, D. et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Redecker, C., & Punie, Y. (2017). *European framework for the digital competence of educators* : *DigCompEdu*, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/159770>
- Sak, İ. T. Ş. (2015). Okul öncesi öğretmen adaylarının Montessori ve Reggio Emilia yaklaşımları ile ilgili görüşleri. *Journal of Inonu University Faculty of Education*, 15(3). <https://doi.org/10.17679/iuefd.58218>
- Sanz-Benito, I., Lázaro-Cantabrana, J. L., & Grimalt-Álvaro, C. (2024). La formación de competencias en inclusión digital en los grados de Educación Infantil y Primaria de las universidades españolas: una necesidad aún por cubrir. *Educar*, 1-15. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1984>
- Shams, L., & Seitz, A. R. (2008). Benefits of multisensory learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(11), 411-417. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.07.006>
- Silvis, D., Clarke-Midura, J., Shumway, J. F., Lee, V. R., & Lewis, S. (2022). Children caring for robots: Expanding computational thinking frameworks to include a technological ethic of care. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 33, 100491. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2022.100491>
- Şimşek, M., & Tuğluk, M. N. (2021). Making learning visible in the 21st Century: Examining the use of digital assessment tools in Montessori education. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 11(2), 72-86. <https://doi.org/10.14527/pegegog.2021.08>
- Sinclair, S., & Rockwell, G. (2024). Voyant Tools (Version 2.6.14) [Web-based text reading and analysis environment]. <https://voyant-tools.org/>
- Stark, M. B. (1976). A multi-sensory curriculum for young children (Thesis). University of the Pacific. https://scholarlycommons.pacific.edu/uop_etds/1895
- Sullivan, A., & Strawhacker, A. (2021). Screen-Free STEAM: Low-Cost and hands-on approaches to teaching coding and engineering to young children. *Springer*, 87-113. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-65624-9>

- Vatavu, R., Cramariuc, G., & Schipor, D. M. (2015). Touch interaction for children aged 3 to 6 years: Experimental findings and relationship to motor skills. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74, 54-76. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.10.007>
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>
- Zuckerman, O., Arida, S., & Resnick, M. (2005). Extending tangible interfaces for education. *CHI '05: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 859-868. <https://doi.org/10.1145/1054972.1055093>

CAPÍTULO XI

PROYECTO PROMBOT, UNA PROPUESTA INNOVADORA PARA UNA CODIFICACIÓN CREATIVA

José Manuel Sáez López

jmsaezlopez@edu.uned.es

<https://orcid.org/0000-0001-5938-1547>

UNED (España)

Esteban Vázquez Cano

evazquez@edu.uned.es

<https://orcid.org/0000-0002-6694-7948>

UNED (España)

Isabel Ortega Sánchez

iortega@edu.uned.es

<https://orcid.org/0000-0002-1484-1527>

UNED (España)

Ana Isabel Holgueras González

aiholgueras@edu.uned.es

<https://orcid.org/0000-0003-0009-6121>

UNED (España)

RESUMEN

La importancia de la integración STEAM en la enseñanza elemental, hace necesario y fundamental una actividad activa e innovadora en la labor de la investigación educativa. La propuesta se enmarca en el proyecto: “Programación creativa en educación primaria. Elaboración de materiales y propuestas para una codificación por bloques, motores de juegos, aprendizaje automático y robótica”. (PID2022-136442OB-I00). Proyectos de Generación de Conocimiento 2022. (MICINN). Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España. El presente proyecto de investigación pretende proponer un modelo didáctico activo con un diseño y desarrollo curricular innovador, creando y aplicando recursos docentes para un uso educativo y sostenible de las aplicaciones y recursos tecnológicos orientados a la codificación, y la creatividad digital en la etapa Educación Primaria, que son estudiantes con edades entre 6 y 12 años. Las autoridades

educativas han incluido en la legislación (Real Decreto 95/2022) el pensamiento computacional como parte de las enseñanzas mínimas de Educación Infantil a partir del curso 2022/2023, en el área 2, Descubrimiento y Exploración del Entorno. En el presente proyecto, se pretende plantear procesos de análisis y reflexión para crear un modelo de codificación creativa con proyectos, destacando la codificación a través de un planteamiento pedagógico activo. Se estiman unos resultados relevantes y de interés para la comunidad educativa.

1. INTRODUCCIÓN

En lo que respecta a la Educación Primaria, en el sistema educativo español, se incluye obligatoriamente el pensamiento computacional en las enseñanzas mínimas de las áreas curriculares de Matemáticas y de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural (Real Decreto 157/2022). De modo que, este proyecto centrado en la programación creativa, mediante propuestas, materiales, conclusiones y difusión ayudará a una transferencia en la implementación adecuada de estas tecnologías emergentes en contenidos y elementos curriculares ya presentes en la enseñanza formal. Al tratarse de tecnologías, recursos y prácticas emergentes es necesaria una correcta formación del profesorado, planteamientos activos e implementación que considere las necesidades e intereses de los estudiantes y teniendo en cuenta los planteamientos de una escuela activa. La Educación Primaria, es una etapa fundamental que precisa de modelo y métodos que propicien una integración pedagógica de las aplicaciones, recursos y prácticas computacionales, coherentes con el currículo, las competencias, los objetivos, una correcta selección y secuenciación de contenidos, unos métodos activos y una evaluación continua y formativa. Importantes informes (UNESCO, 2018, Adams et al., 2016) detallan la evolución e importancia del código en la enseñanza Primaria, también se destaca en el informe relativo a la Inteligencia Artificial de la UNESCO (2022), que desde la visión de una codificación por bloques sencilla se pueden crear actividades relativas a aprendizaje automático, utilizando recursos como Machine Learning for Kids con Scratch. En un contexto de Educación Primaria, se pretende un uso de las tecnologías, la codificación, un uso del mundo “maker” y la robótica, creando proyectos reciclables con cartón, utilizando la codificación y la electrónica combinando con motores de juegos de un modo creativo. Este planteamiento puede

incentivar la adquisición de competencias clave, contenidos, elementos interdisciplinares y transversales, con una metodología activa y dinámica. En el presente proyecto, se pretende desarrollar procesos de análisis y reflexión para crear un modelo de codificación creativa con proyectos y videojuegos con una vinculación avanzada de Scratch y el motor Unity, utilizando la codificación y el mundo “maker-robótica” a través de un planteamiento pedagógico de Aprendizaje Basado en Proyectos, cuyo origen fundamental es el método de proyectos.

2. MÉTODO

El cuestionario constituye otro instrumento esencial para la recogida de información. Nos permitirá:

- a) Analizar la situación del empleo educativo de las tecnologías y sus potencialidades educativas;
- b) Identificar los mayores retos y dificultades para la integración curricular de la codificación;
- c) Diagnosticar y analizar prácticas innovadoras y fundamentar estrategias didácticas en el aula. Este instrumento nos permite realizar pruebas paramétricas y de inferencia estadística con la posibilidad de generalizar los resultados obtenidos a una amplia muestra (Buendía et al.,1997).

En este estudio, se administra un cuestionario a los discentes, otro a los docentes en ejercicio y otro a los estudiantes universitarios en magisterio. Comparten las mismas dimensiones, pero se adapta a las características de los encuestados.

- El análisis documental de contenido se utilizará para describir de forma objetiva y sistemática el contenido manifiesto de los textos escritos en papel. En el caso concreto de esta investigación, se propone analizar un corpus de documentos formado por: normativa educativa, programaciones didácticas, diario de clase del profesorado, programaciones generales anuales y proyectos educativos de centros educativos.

- Los test o pruebas son instrumentos que permiten valorar el rendimiento y la comprensión de conceptos y procedimientos prácticos. Se llevará a cabo una triangulación de datos con el resto de los instrumentos que nos permita minimizar la varianza error. Es posible la implementación de estos test de una forma natural y lúdica a través de herramientas como Kahoot. Esta herramienta nos permite obtener los datos e información perfectamente, para posteriores análisis descriptivos, causales o incluso regresión lineal. Los test a aplicar son: “Visual Block Creative Computing Test” (VBCCT) y “Scratch Unity Test” (SUT), algunos de los cuales se han utilizado en investigaciones anteriores.
- Las preguntas abiertas aportan una información detallada cualitativa de un gran valor que debemos considerar y detallar en el estudio. Con herramientas como (ATLAS.ti o Infranodus) se pueden extraer frecuencias descriptivas y realizar una serie de operaciones relacionadas con los métodos cualitativos que enriquecen el estudio y propician una triangulación de datos.
- Población y muestra

Las poblaciones existentes a las que podrían proyectarse los resultados de la investigación están formadas por: (1) Estudiantes de Educación Primaria. (2) Docentes en ejercicio de Educación Primaria y (3) Estudiantes universitarios en los grados de Educación Primaria. Concretamente un total de universo/muestra de 10.260 centros educativos de Educación Primaria 256.522 docentes y de 2.841.781 estudiantes de primaria (MECD, 2021). Respecto a los estudiantes universitarios en magisterio, se contabilizan en España 122.169 estudiando en 2021 (MECD, 2021). Con un margen de error de 0,5, un nivel de confianza del 95%, se considera representativa una muestra de 385 docentes, 385 estudiantes universitarios, y 385 estudiantes de primaria. En un pilotaje previo para identificar posibles centros que estuvieran trabajando con proyectos o actividades con base en la codificación, hemos identificado una primera muestra consistente en 24 centros educativos de Educación Primaria en 2 Comunidades autónomas (Madrid y Castilla-La Mancha). En lo que respecta a la dimensión relativa a la formación inicial docente universitaria, contamos con un pilotaje previo en la Universidad Complutense de

Madrid, la UNED, la Universidad de Castilla-La Mancha, la y en la Universidad de Oviedo.

3. RESULTADOS PRELIMINARES

El proyecto se encuentra en una fase intermedia. En lo que respecta al Objetivo 1: Documentar el estado de la cuestión teórico-práctico sobre la utilización de la programación y la codificación en Educación Primaria, se destaca que en un 80% se ha realizado y el 20% está pendiente de ejecución.

- M1.T1. Revisión de literatura científica relevante
- M1.T2. Mediante la base de datos, establecer un banco de referencias
- M1.T3. Establecer las principales conclusiones del marco teórico y práctico
- M1.T4. Determinar los indicadores fundamentales

Pendiente de ejecución: Tarea M1.T4. “Determinar los indicadores fundamentales sobre los que incidir en la propuesta teórica sobre Programación en Educación Primaria mediante análisis cualitativo de los artículos seleccionados”. Partiendo del análisis bibliométrico y el metaanálisis se terminará de configurar el marco teórico.

Respecto al Objetivo 2: Analizar propuestas didácticas que utilicen la programación creativa en Educación Primaria, evaluando los retos para su integración pedagógica, así como las diferencias respecto al género. Se estima el 50% realizado y el 50% pendiente de ejecución

- M2. T5. localizar una muestra representativa de centros de Educación Primaria que estén utilizando la Codificación
- M2. T6. Localizar instituciones y experiencias didácticas con codificación
- M2. T7. Documentar y analizar las propuestas didácticas identificadas (Diseño de cuestionario, test y preguntas abiertas).

- M2.T8. Determinación de las buenas prácticas y los retos para una integración didáctica y curricular.

La localización de los centros educativos se ha realizado parcialmente y disponemos de algunos contactos y compromisos.

Respecto al Objetivo 3: Diseñar un modelo formativo de transferencia a la sociedad para formar gratuitamente a los profesionales de la Educación a través de cursos, MOOC, repositorios o aplicaciones, en la integración creativa de la codificación. Se estima que el 40% se ha realizado, y el 60% está pendiente de ejecución

- M3.T9. Diseño y validación de tres cuestionarios para determinar las competencias docentes, discentes y la formación inicial docente en la implementación de la Codificación
- M3.T10. Diseño de test para el análisis de las competencias docentes, discentes y formación inicial docente universitaria.
- M3.T11. Aplicación de los cuestionarios, test y preguntas abiertas. Analizar los resultados en función el género.
- M3.T12. Análisis de los resultados de los cuestionarios, test, y determinar las principales competencias docentes, discentes y de estudiantes universitarios para el desarrollo del currículo con codificación creativa. Contrastar los resultados en función el género.

4. PROSPECTIVA Y RETOS FUTUROS DEL PROYECTO

Objetivo 4.- Producir materiales prácticos y dinámicos en abierto para un uso efectivo en la integración en la Educación Primaria, considerando las diferencias entre chicas y chicos.

- M4.T13. Determinación de los principios teórico-prácticos para el diseño formativo con base en la Codificación Creativa.

- M4.T14. Diseño de un repositorio digital de actividades organizados nivel educativo y un canal de youtube para el desarrollo, divulgación y formación de actividades didácticas con Codificación Creativa.
- M4.T15. Diseño de un curso MOOC albergado en edX-UNED para la formación del profesorado de Educación Primaria en programación creativa.
- M4.T16. Creación de actividades prácticas abiertas, coherentes con el decreto de currículo, para que los profesionales en ejercicio puedan aprovecharlas e integrarlas fácilmente en las aulas.

Se cuenta con unos estudios recopilados en el metaanálisis para una base teórica de principios. En cuánto tengamos resultados claros y contrastados en las investigaciones, se procede a la formación, y actividades prácticas de difusión.

Objetivo 6: Difundir los resultados del proyecto y de la acción formativa en instituciones de investigación y formación.

- M6.T17. Diseño de un plan de divulgación y presentación del proyecto entre instituciones públicas y privadas: colegios e institutos públicos, privados y concertados. Fundaciones, Ministerios, INTEF, etc.
- M6.T18. Concertación con Fundación Telefónica, OEI, y otras análogas para el diseño de guías educativas en Codificación Creativa para su divulgación nacional e internacional.
- M6.T19. Edición de un libro bilingüe del proyecto. (Primaria).
- M6.T20. Presentación a la comunidad educativa del portal PROMBOT, los materiales prácticos y los cursos MOOC.

Se está editando y mejorando la web (<https://blogs.uned.es/prombot/>), se cuenta con contactos con centros y alguna empresa, y se ha comenzado la edición de un par de libros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). *Using artifact-based interviews to study the development of computational thinking in interactive media design*. American Educational Research Association Meeting. Vancouver, BC: Canada. Retrieved from http://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_C_T.pdf.
- Bustamante, P. S., Galiano, J. E., y Sáez López, J. M. (2024). Propuesta de estudio de competencias para el ingreso en carreras científicas tecnológicas universitarias. *Educación en la Química*, 30(2), 183-194. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/issue/view/77>
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., & Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162–175. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>
- Dickson, P. E. (2015). Using unity to teach game development: When you've never written a game. *In Proceedings of the 2015 ACM conference on Innovation and technology in computer Science education ITiCSE '15 (pp. 75–80)*. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2729094.2742591>.
- Kucuk, S., & Sisman, B. (2017). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction. *Computers & Education*, 111, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.002>.
- Kwon, D. Y., Kim, H. S., Shim, J. K., & Lee, W. G. (2012). Algorithmic bricks: a tangible robot programming tool for elementary school students. *Education. IEEE Transactions*, 55(4), 474-479. <http://dx.doi.org/10.1109/TE.2012.2190071>
- Lagunes-Domínguez, A., Sáez-López, J. M., Torres-Gastelú, C. A., Lagunes-Domínguez, P., y Gomez-Acosta, E. I. (2024). Competencias para el éxito académico de estudiantes universitarios en modalidad virtual. *Campus Virtuales*, 13(2), 169-178. <https://doi.org/10.54988/cv.2024.2.1554>
- Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., & Eastmong, E. (2010). The Scratch programming language and environment. *ACM Transactions on Computing Education*, 10(4), 1-15.

- Mazzoni, E., & Benvenuti, M. (2015). A robot-partner for preschool children learning english using socio-cognitive conflict. *Educational Technology & Society*, 18(4), 474–485
- Maya, I., Pearson, J. N., Tapia, T., Wherfel, Q. M., & Reese, G. (2015). Supporting all learners in school-wide computational thinking: a cross-case qualitative analysis. *Computers & Education*, 82, 263-279.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Resnick, M., Maloney, J., Hernandez, A. M., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., et al. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11).
- Rodríguez-Martínez, J.A., González-Calero, J.A, & Sáez-López, J.M. (2020) Computational thinking and mathematics using Scratch: an experiment with sixth-grade students. *Interactive Learning Environments*, 28,3, 316-327, <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1612448>
- Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education*, 5, 17–28.
- Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., & Granlund, M. P. (2008). New pathways into robotics: Strategies for broadening participation. *Journal of Science & Educational Technology*, 17, 59–69. <https://doi.org/10.1007/s10956-007-9082-2>
- Sáez-López, J.M. (2024). *Innovación y funciones docentes: ejemplos metodológicos y tecnológicos, con codificación creativa y aprendizaje automático*. UNED. <https://www.librosuned.com/compras/detalle.aspx?isbn=9788436280418>
- Sáez-López, J.M. (2024). *Aplicaciones Educativas de la Tecnología e Innovación. Programación, Robótica y Proyectos Tecnológicos*. Editorial UNED
- Sáez-López, J. M. & Sevillano-García, M. L. & Pascual-Sevillano, M. A. (2019). Aplicación del juego ubicuo con realidad aumentada en Educación Primaria.. *Comunicar*, 61 (XXVII), 71-82. <https://doi.org/10.3916/C61-2019-06>
- Sáez-López, J.M. y Villén M. C. (2024). Aprendizaje basado en proyectos con enfoques lúdicos y codificación. En E. Vázquez y J.M. Sáez-López (coords.), *Tecnologías emergentes y activas en educación* (pp. 151-164). Dykinson. <https://doi.org/10.14679/2988>
- Sáez-López, J. M. & Sevillano-García, M. L. & Vázquez-Cano, E. (2019). The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: educational use of mBot. *Educational Technology Research and*

Development, 67(6), 1405-1425. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09648-5>

Sáez-López, J. M., Vázquez-Cano, E. & Sevillano-García, M. L. (2022). Scratch and visual block programming in mathematics: perceptions of preservice teachers in Columbia. *Scientia Paedagogica Experimentalis*, 59(1), 29-50. <https://doi.org/10.57028/S59-029-Z1003>

Sáez-López, J. M. & Buceta, R (2023). El robot M Bot para el aprendizaje de coordenadas cartesianas en Educación Secundaria. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 66, 271-301. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.95617>

Sáez-López, J. M., Gonzalez-Calero, J.A., Del Olmo, J. & Cozar, R. (2023). Scratch and unity design in elementary education: A study in initial teacher training. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39 (5), 1528-1538 <http://doi.org/10.1111/jcal.12815>

Sáez-López, J. M., Grimaldo-Santamaría, R.O., Quicios-García, P & Vázquez-Cano, E. (2023). Teaching the Use of Gamification in Elementary School: A Case in Spanish Formal Education. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-023-09656-8>

Sáez-López, J. M. (2023). Project-based Learning: A Case Studying the Catholic Monarchs in Elementary Education Al Ibtida: Jurnal Pendidikan Guru MI, 10(1), 163-177 <http://dx.doi.org/10.24235/al.ibtida.snj.v10i1.12897>

Sáez-López, J. M. (2017). *Investigación educativa. Fundamentos teóricos, procesos y elementos prácticos*. Madrid, Editorial UNED

Sáez-López, J. M. & Sevillano-García, M. L. (2017). Sensors, programming and devices in art education sessions. One case in the context of primary education. *Culture and Education*, 29(2), 350-384 <http://dx.doi.org/10.1080/11356405.2017.1305075>

Sáez-López, J.M. y Cózar, R. (2017). Programación visual por bloques en Educación Primaria: Aprendiendo y creando contenidos en Ciencias Sociales. *Revista Complutense de Educación*, 28(2), 409-426. http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCED.2017.v28.n2.49381

Sáez-López, J. M. & Sevillano-García, M. L. & Vázquez-Cano, E. (2019). The Academic Use of the Laptop and the Smartphone by Spanish and Latin American

University Students. *Education in the Knowledge Society*. 20
https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a15

- Sáez-López, J.M., Román-González, M. y Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school. A two year case study using scratch in five schools. *Computers & Education*, 97, 129-141. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.003>
- Sáez-López, J.M. y Rodríguez-Torres, J. (2016). Reviews of Educational Policy regarding one laptop per child: Escuela 2.0 program in Castilla-La Mancha, Spain. *Digital Education Review*, 29, 86-109. Recuperado de <http://greav.ub.edu/der/>
- Sáez-López, J.-M., Miyata, Y., & Domínguez-Garrido, M.-C. (2016). Codificación creativa y proyectos interculturales en Educación Superior: Un estudio de caso en tres universidades. *RIED-Revista Iberoamericana De Educación a Distancia*, 19(2), 145-165. <https://doi.org/10.5944/ried.19.2.15796>
- Sáez-López, J. M., Miller, J., Vázquez-Cano, E., & Domínguez-Garrido, M. C. (2015). Exploring Application, Attitudes and Integration of Video Games: MinecraftEdu in Middle School. *Educational Technology & Society*, 18 (3), 114-128. Retrieved from: <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.18.3.114>
- Sáez López, J.M., Dominguez garrido, M.C, Mendoza, V. (2014). Valoración de los obstáculos, ventajas y prácticas de e-learning: Un estudio de caso en universidades iberoamericanas. *Educatio Siglo XXI*, 32 (2), 195-220. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.6018/j/202221>
- Sáez López, J.M., Domínguez Garrido, C., Ruiz Ruiz , J. M. Y Belando Montoro, M. (2014). Análisis del uso de los sistemas de gestión de aprendizaje en el desarrollo profesional docente desde una perspectiva práctica en la escuela complutense. *Bordón* 66 (3), 133-148
- Sáez Lopez, J. M. (2014). Tecnología educativa en primaria. Valoraciones de los docentes. *En-clave Pedagógica*, 13, 139-148. Recuperado de <http://www.uhu.es/publicaciones/ojs/index.php/xxi/article/viewFile/2096/2272>
- Sáez López, J. M., y Domínguez, C. (2014). Integración pedagógica de la aplicación Minecraft Edu en educación primaria: un estudio de caso . *Píxel-Bit, Revista de*

medios y educación, 45, 95-110 Recuperado de:
<http://acdc.sav.us.es/pixelbit/images/stories/p45/07.pdf>

Sevillano, M.L. y Sáez-López, J.M. (2023). Aprendizaje ubicuo y nuevas opciones para un uso didáctico de las TIC. En A De la Herrán y A. Medina (coords.), *Didáctica General: formarse para educar* (pp. 141-156). Octaedro.
<https://octaedro.com/producto/didactica-general-formarse-para-educar/>

Sevillano, M.L. y Sáez-López, J.M. (2021). *Gamificación y aprendizaje ubicuo en educación*. En R.E. Ruales, C. G. Campiño y F. D. Narváz (coords.), *Reflexiones a la Educación desde la Investigación Pedagógica* (pp. 16-23). Editorial UNIMAR Universidad Mariana.
<http://editorial.umariana.edu.co/libros/index.php/editorialunimar/catalog/book/147>

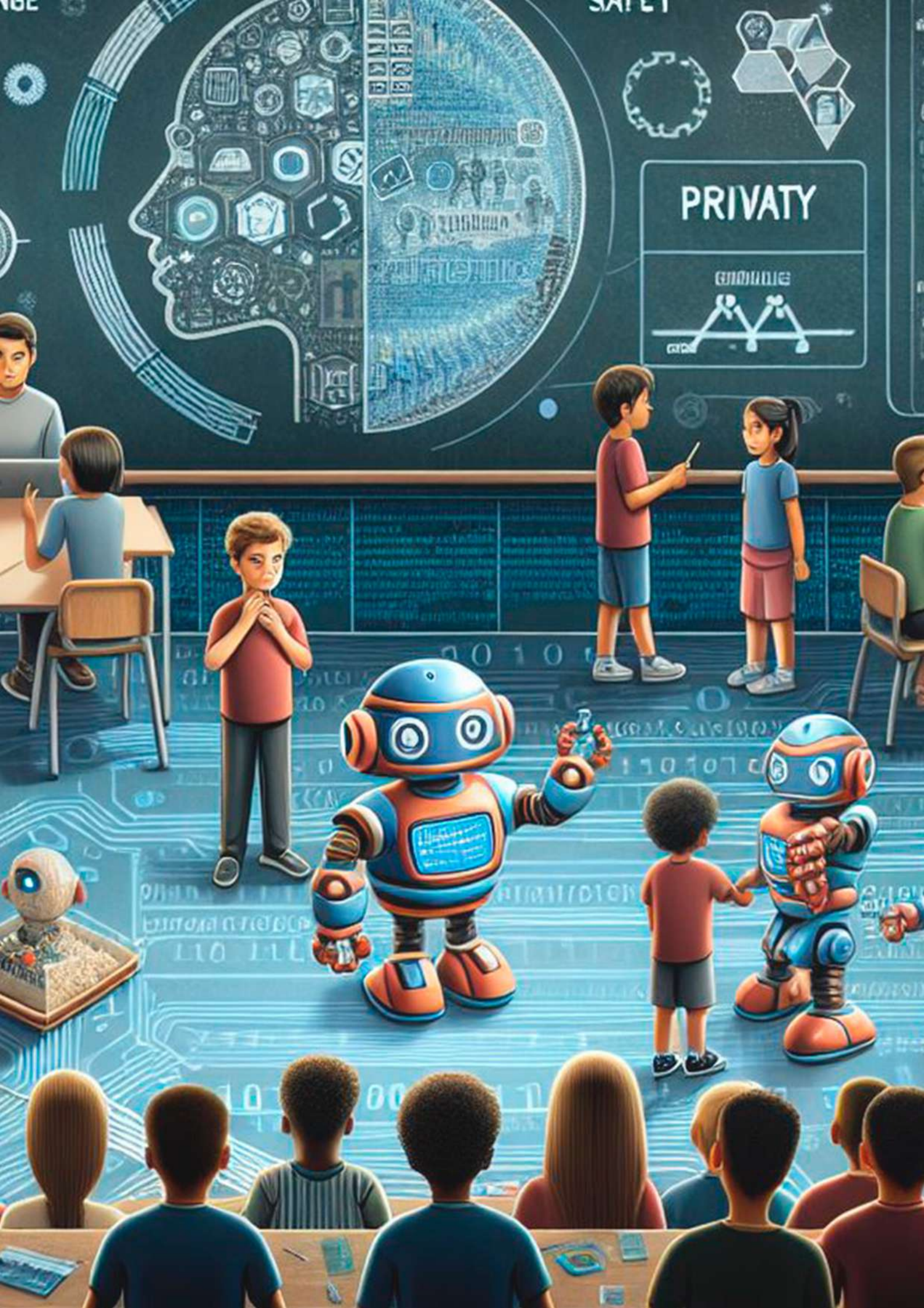
Vázquez-Cano, E., Ramírez-Hurtado, J.M., Sáez-López, J.M., & López-Meneses, E. (2023). ChatGPT: The brightest student in the class. *Thinking Skills and Creativity*, 49, <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101380>.

Vázquez-Cano, E., Sáez-López, J.M., Grimaldo-Santamaría, R., & Quicios-García, P. (2023). Influence of Age, Gender and Years of Experience on Teachers in Promoting Strategies for Digital Sustainability and Data Protection. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 12(2), 307-322.
<http://dx.doi.org/10.7821/naer.2023.7.1467>

Vázquez-Cano, E., Sevillano, M. L., & Sáez-López, J .M. (2020). A computational analysis of the morphosyntactic variation in tweets written by Spanish journalists. *Revue Romaine de linguistique*, LXV(4), 331-349

Vázquez-Cano, E, Holgueras, A. I. & Sáez-López, J. M. (2019). An analysis of the orthographic errors found in university students' asynchronous digital writing. *Journal of Computing in Higher Education*, 31, 1-20
<https://doi.org/10.1007/s12528-018-9189-x>

Inclusión, Diversidad y Ética



PRIVACY

COMMUNICATE



CAPÍTULO XII

INSPIRANDO VOCACIONES CIENTÍFICAS: ESTRATEGIAS DE MENTORÍA PARA NIÑAS EN STEM

Teresita de Jesús García-Cortés

drateresitagarcia@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2179-7085>

Universidad Tecnológica de Chihuahua México

Dynhora-Danheyda Ramírez-Ochoa

dramirez@utch.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1326-908X>

Universidad Tecnológica de Chihuahua México

Eva Claudia Pérez Ortega

evaperez@utch.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-4739-9237>

Universidad Tecnológica de Chihuahua México

RESUMEN

La creciente demanda de profesionales en áreas STEM, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente en lo que respecta a la equidad de género (ODS 5), ha impulsado a las instituciones de educación superior a desarrollar iniciativas que aumenten la participación de mujeres en estas disciplinas. No obstante, las brechas de género persisten en los países latinoamericanos, siendo especialmente notorias en las áreas STEM.

La mentoría es una estrategia para la educación de mujeres en los campos STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Este proceso facilita la superación de las barreras de género y promueve un entorno inclusivo que incentiva la participación de las mujeres. Las mentoras no solo imparten saberes técnicos, sino que también brindan apoyo emocional y profesional. El siguiente trabajo se estructura con la metodología de proyectos. El resultado es la aprobación de este para obtener financiamiento para su implementación. El alcance es de 105 alumnas de diferentes niveles educativos. El acompañamiento contribuye al desarrollo de la autoconfianza y la resiliencia en las estudiantes, factores esenciales para su progreso. Es una herramienta poderosa para promover la equidad de género y fortalecer la educación de las mujeres.

1. INTRODUCCIÓN

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), adoptados por las Naciones Unidas en 2015, buscan abordar desafíos globales como la pobreza, la desigualdad y el cambio climático. El ODS 5 se centra en lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y niñas. En el contexto de STEM, esto implica eliminar barreras y estereotipos que limitan la participación femenina.

A nivel mundial, las mujeres representan solo el 35% de quienes cursan estudios superiores en STEM y menos del 30% de los investigadores científicos¹. En América Latina, estas cifras son aún más bajas, reflejando una necesidad urgente de políticas y programas que promuevan la inclusión y retención de mujeres en estas áreas². La baja representación femenina en STEM no solo perpetúa las desigualdades de género, sino que también limita el potencial de innovación y desarrollo sostenible de la región.

El surgimiento de los sistemas de mentorías ha adquirido gran relevancia a partir de la década de 1980 en el ámbito internacional (Hobson et al., 2009)

La mentoría es un componente crucial en la formación de mujeres en las áreas de ciencia, STEM. A pesar de los avances en la igualdad de género, las mujeres siguen estando subrepresentadas en estos campos. Según la Asociación Americana de Mujeres Universitarias (AAUW), las mujeres ocupan solo el 28% de la fuerza laboral en STEM (García-Bullé, 2022). Este desequilibrio puede atribuirse a varios factores, incluyendo estereotipos de género, falta de modelos a seguir y un entorno educativo que no siempre fomenta su participación. La mentoría puede ser una herramienta poderosa para abordar estos desafíos y promover la inclusión de mujeres en STEM.

La mentoría proporciona a las mujeres jóvenes en STEM acceso a modelos a seguir que pueden ofrecer orientación, apoyo y motivación. Las mentoras no solo comparten conocimientos técnicos, sino también experiencias personales y profesionales que pueden inspirar y empoderar a las mentees. Según un estudio de la Sociedad de Mujeres Ingenieras (SWE), las mentoras pueden ayudar a construir confianza y autoestima en las estudiantes, lo cual es crucial para su éxito en campos dominados por hombres (SWE, 2022).

Además, puede ayudar a las mujeres a desarrollar habilidades de resiliencia y empoderamiento. Estas habilidades son esenciales para navegar y sobresalir en

ambientes de alto rendimiento como la industria STEM. También puede proporcionar una red de apoyo que ayuda a las mujeres a superar barreras y desafíos específicos de género (Ortiz, 2022).

Kruk et. al (2022), sostiene que a través de las mentorías intergeneracionales se combinan estrategias universitarias con las desarrolladas en el Programas estratégicos, en ámbitos de trabajo colaborativo entre estudiantes universitarios y de educación media para potenciar los procesos de aprendizaje de ambos grupos.

Para Medina et al (2020) las mentorías entre pares permiten observar que, independiente del contexto educativo en particular en que se ejecute o sus particularidades, esta es una metodología que presenta diversos resultados positivos para los estudiantes.

El Instituto de Innovación y Competitividad (I2C) es el organismo de Gobierno del Estado de Chihuahua que busca fortalecer e impulsar las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación, mediante proyectos y programas estratégicos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i) que brinden soluciones y mejoren la productividad y competitividad de los sectores productivo, social, público y académico del Estado de Chihuahua. En enero del 2024 laza la convocatoria para financiar proyectos y programas integrales e innovadores, cuyos resultados coadyuven en el desarrollo económico, equitativo y sustentable y en la calidad de vida de la población Chihuahuense.

El proyecto Mujeres que Conectan y Crean: Inspirando Trayectorias en Ciencia y Tecnología fue seleccionado para su financiamiento y aplicación durante el ciclo escolar 2024-2025. A continuación, compartimos esta experiencia.

2. MÉTODO

El enfoque es cuantitativo, con metodología Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que ha demostrado ser eficaz en el contexto educativo al integrar la teoría con la práctica. Este enfoque permite que las niñas y jóvenes se enfrenten a situaciones reales en las que aplican sus conocimientos en ciencia y tecnología. A nivel teórico, la mentoría basada en proyectos fomenta el desarrollo del capital social,

proporcionando una red de contactos y acceso a modelos de éxito, esenciales para superar las barreras de género en STEM.

Los pasos del ABP que se desarrollarán son: a) Identificación del Proyecto: Seleccionar un tema o problema relevante y significativo que motive a los estudiantes b) Planificación y Diseño: Definir los objetivos de aprendizaje, los recursos necesarios y el cronograma del proyecto c) Investigación y Desarrollo: Los estudiantes investigan, recopilan información y desarrollan soluciones o productos d) Presentación y Difusión: Los estudiantes presentan sus proyectos a sus compañeros, profesores y, en algunos casos, a la comunidad e) Evaluación y Reflexión: Evaluar tanto el proceso como el producto final, y reflexionar sobre lo aprendido y las habilidades desarrolladas.

El proyecto “Mujeres que Conectan y Crean: Inspirando Trayectorias en Ciencia y Tecnología” busca implementar un enfoque integral para impulsar la formación de talento femenino en STEM en el Estado de Chihuahua. El trabajo conjunto entre mentoras y estudiantes denominado Mentoría Intergeneracional, facilitará la creación de una comunidad de apoyo, esencial para la retención de las mujeres en estas áreas. El objetivo general es: Impulsar la formación de talento, despertar vocaciones y fomentar el interés en carreras Científicas y Tecnológicas, con un enfoque específico en las Tecnologías de la Información (TI), dirigido a niñas y jóvenes durante el ciclo escolar 2024-2025.

3. REVISION DE LITERATURA

Equidad de género en STEM

La baja representación de mujeres en carreras STEM es un desafío persistente en las instituciones de educación superior en diversas regiones del mundo, incluyendo América Latina y Europa. Según un informe de la UNESCO (2020), en América Latina, la participación femenina en carreras como las TIC, ingeniería, fabricación y construcción alcanza aproximadamente el 35%. Esto es significativamente mayor que el promedio mundial, que se sitúa entre el 27% y 28% (Bello, 2020). La disparidad de género en estas áreas comienza desde la infancia y se relaciona con

factores como la autopercepción, la autoeficacia, el apoyo recibido de los entornos familiares y educativos, así como los estereotipos y expectativas sociales (Verdugo-Castro et al., 2022).

El entorno universitario también tiene un impacto crucial en la retención de las mujeres en estas carreras, siendo el primer año de estudios el más crítico. Durante este período, el acompañamiento docente, la adaptación al nuevo entorno y la mentoría juegan un papel vital en la disminución de la deserción. La mentoría, en particular, ha demostrado ser una herramienta eficaz para aumentar las probabilidades de éxito académico y profesional, mejorando la confianza y la persistencia de los estudiantes en carreras STEM (National Science Foundation, 2022).

A nivel global, aunque el porcentaje de mujeres graduadas es similar al de hombres en los niveles de licenciatura y maestría, este número disminuye considerablemente en el nivel doctoral y en los puestos ocupacionales de investigación. En países como Chile, México y Perú, solo el 34% de las personas dedicadas a la investigación son mujeres (ONU Mujeres, 2022). Esta brecha de género se agrava debido a la persistencia de estereotipos que ven a los hombres como más aptos para ocupar posiciones de liderazgo en áreas científicas y tecnológicas.

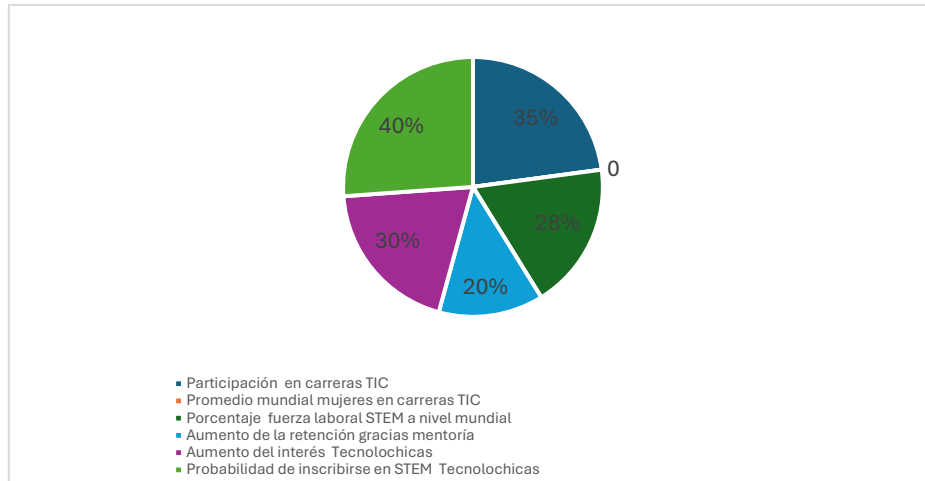
Otro obstáculo significativo es el acceso desigual a subvenciones de investigación y financiamiento para iniciativas empresariales en ciencia y tecnología. Las mujeres, especialmente en el campo de los startups tecnológicos, enfrentan más barreras para acceder a capital, lo que limita su capacidad de crecimiento y éxito en estos sectores. Según datos de la UNESCO (2021), las mujeres representan solo el 28% de la fuerza laboral en STEM a nivel mundial.

Sin embargo, los programas de mentoría han mostrado resultados positivos en la retención y el éxito de las mujeres en estos campos. En particular, se ha registrado un aumento del 20% en la retención de mujeres en carreras STEM gracias a estos programas (National Science Foundation, 2022). Además, el British Council (2022) destaca que los programas de mentoría con perspectiva de género son particularmente efectivos, no solo para incrementar la participación de mujeres en

STEM, sino también para fomentar su éxito a largo plazo. En la Figura 1, se presentan los datos de la situación de las mujeres en STEM.

Figura 1

Mujeres en STEM



Fuente: *elaboración propia*

Las Mentorías

El proceso de mentoría es intencionado y deliberado, en el que los tutores cumplen sus obligaciones conscientemente en el marco de una relación de apoyo destinada a alimentar el potencial de los tutelados. La mentoría es una relación valiosa en la que una persona con experiencia y conocimientos sirve de mentor a otra, con el objetivo de facilitar el progreso profesional (Nabi et al., 2021) Los mentores de éxito poseen una serie de características que contribuyen sinérgicamente a establecer relaciones profundas y orientadas al crecimiento con sus mentoriados. Estas cualidades abarcan la capacidad de proporcionar una visión orientadora que actúe como una hoja de ruta esclarecedora para el desarrollo personal y profesional (Dreer-Goethe, 2023).

Los programas formales de mentoría establecidos por las organizaciones ponen en juego la estructura y la autoridad al emparejar a las mentoras con los mentoriadas (Kirkman, 2022).

Las estadísticas respaldan la efectividad de la mentoría en la formación de mujeres en STEM. Por ejemplo, un informe de la AAUW reveló que las mujeres que tienen mentoras tienen un 20% más de probabilidades de permanecer en sus carreras STEM durante los primeros cinco años después de graduarse, en comparación con aquellas que no tienen mentoras (AAUW, 2022). Además, las mujeres que participan en programas de mentoría reportan niveles más altos de satisfacción laboral y confianza en sus habilidades profesionales (SWE, 2022).

La mentoría ha demostrado ser una herramienta poderosa para aumentar la participación y el éxito de las mujeres en campos STEM. A continuación, se presentan algunos casos de éxito y se analiza el modelo de Tecnolochicas, un programa que ha tenido un impacto significativo en América Latina.

Impacto de la Mentoría en Mujeres en STEM

Los programas de mentoría han sido fundamentales para cerrar la brecha de género en STEM. Según la National Science Foundation (2022), estos programas pueden aumentar la retención de mujeres en estas áreas en un 20%. Un estudio de la Society of Women Engineers (SWE) destaca que los programas de mentoría no solo proporcionan redes profesionales, sino que también ofrecen recursos esenciales de apoyo. La investigación de SWE en Austria y Alemania muestra que la colaboración inclusiva, el apoyo institucional y la personalización en la asignación de mentores y mentoriadas son factores clave para el éxito de estos programas.

En Estados Unidos, el programa de mentoría de la National Center for Women & Information Technology (NCWIT) ha sido un modelo a seguir. Este programa ha ayudado a miles de mujeres a avanzar en sus carreras tecnológicas mediante la creación de redes de apoyo y el desarrollo de habilidades profesionales. Según NCWIT (2021), las participantes del programa tienen un 50% más de probabilidades de permanecer en carreras tecnológicas en comparación con aquellas que no reciben mentoría.

En Europa, el programa ATHENA de la Unión Europea ha sido otro ejemplo exitoso. Este programa se centra en la mentoría y el desarrollo profesional de mujeres en

STEM, y ha logrado aumentar la representación femenina en estos campos en un 15% en los últimos cinco años (European Commission, 2022).

Tecnolochicas es una iniciativa que busca inspirar y empoderar a las jóvenes latinas para que se interesen y persigan carreras en tecnología. Este programa, creado por la Fundación Televisa y la organización NCWIT, ha tenido un impacto significativo en América Latina.

Tecnolochicas se enfoca en varios objetivos clave:

- **Inspiración:** A través de historias de éxito de mujeres latinas en tecnología, el programa busca inspirar a las jóvenes a considerar carreras en STEM.
- **Educación:** Ofrece talleres y recursos educativos para desarrollar habilidades tecnológicas.
- **Mentoría:** Conecta a las jóvenes con mentoras que ya están establecidas en carreras tecnológicas.

Desde su creación, Tecnolochicas ha alcanzado a miles de jóvenes en América Latina. Según un informe de la Fundación Televisa (2023), el programa ha aumentado el interés en carreras tecnológicas en un 30% entre las participantes. Además, las jóvenes que participan en el programa tienen un 40% más de probabilidades de inscribirse en programas universitarios de STEM en comparación con sus pares.

Los programas de mentoría, como Tecnolochicas, han demostrado ser efectivos para aumentar la participación y el éxito de las mujeres en STEM. Estos programas no solo proporcionan apoyo y recursos esenciales, sino que también inspiran a las jóvenes a superar las barreras y estereotipos que enfrentan en estos campos. La implementación de modelos de mentoría con perspectiva de género es crucial para cerrar la brecha de género en STEM y asegurar un futuro más inclusivo y equitativo.

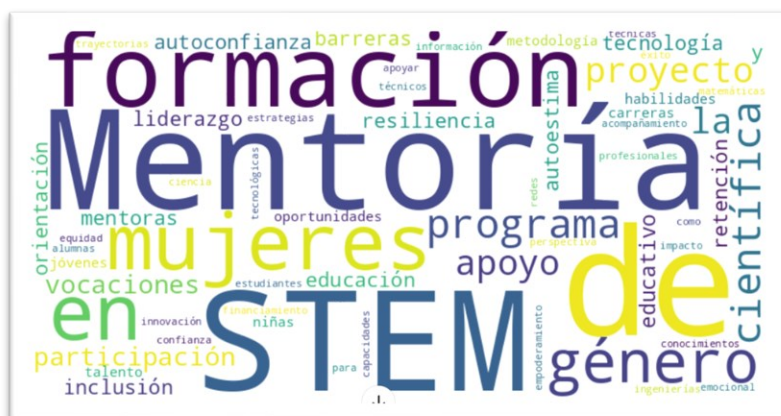
Chuco (2023) afirma en su trabajo que la mentoría puede ayudar a las mujeres a avanzar en su carrera profesional ofreciéndoles oportunidades de aprendizaje, apoyo emocional y orientación. Las redes de apoyo femeninas son esenciales para

fomentar la igualdad de género en sus respectivos campos, conectar a mujeres del mismo sector y ofrecer asesoramiento profesional (Slate, 2022).

En la Figura 2 se presenta una imagen de las palabras mas importantes relacionadas con la mentoría, la formación en STEM y las mujeres. Sirva para ilustra la relación existente entre dichas ideas.

Figura 1

Nube de palabras Mentorías STEM



Fuente: *elaboración propia*

3. RESULTADOS

El I2C y FECTI seleccionaron el proyecto para recibir financiamiento de entre 170 propuestas para su operación durante el ciclo escolar 2024-2025 al dictaminar que fue considerado como pertinente, técnica y científicamente viable, por la Comisión de Evaluación y seleccionado por el comité técnico y de administración. Se detalla el diseño del Proyecto.

Nombre del proyecto: Mujeres que Conectan y Crean: Inspirando Trayectorias en Ciencia y Tecnología.

Objetivo General: Impulsar la formación de talento por medio del programa de Mentorías, despertando la vocación e interés en la Ciencia y Tecnología con enfoque STEM específico en las Tecnologías de la Información (TI), en las niñas y jóvenes durante el ciclo escolar 2024-2025

Equipo de trabajo:

Mentoras Sr: Dynhora Daneyda Ramírez Ochoa, Eva Claudia Pérez Ortega, Teresita

de Jesús García Cortés

Mentoras Jr: Vanessa Berenice Enríquez Muños, Brissa Idaly Jaramillo Flores, Azul Anahí Luna Hernández, Mildred Villaseñor Ruiz y Lucía Esmeralda Yáñez Rodríguez.

En este proyecto docentes de la carrera de Tecnologías de la Información, se desempeñan como Mentoras Sr de cinco estudiantes, que a su vez fungen como Mentoras Jr de niñas y jóvenes de sexto de primaria, tercio de secundaria y quinto de preparatoria. Cada mentora Jr, acompaña e inspira a 20 beneficiarias. Se implementa un esquema de Mentoras intergeneracionales.

Se desarrollará en tres etapas:

Etapa 1: Selección y formación de participantes.

Descripción:

- Identificación de las niñas y jóvenes participantes.
- Capacitación para las Mentoras
- Diseño e impartición del curso para niñas.

Objetivos:

- Integrar el padrón de participantes en las escuelas
- Capacitar a las Mentoras y emparejarlas con las participantes.
- Diseñar el curso para las niñas.

Etapa 2: Trabajo de campo

- Documentación de la experiencia
- Interactuar con las escuelas participantes y trabajar con las seleccionadas de los diferentes niveles
- Implementar el curso de acercamiento a las TI
- Integrar el trabajo de las Mentoras con las niñas y jóvenes
- Documentar el proceso
- Sitio web para consultoría especializada

Objetivos:

- Impartir el curso de acercamiento a las TI en las escuelas.
- Aplicar el programa de Mentoras con las seleccionadas y acompañarlas en su desarrollo

- Documentar y tener insumos para escribir los artículos para publicar.
- Implementar las consultorías especializadas por medio de un sitio web administrado por las Mentoras.

Etapa 3.- Evaluación del proyecto

- Evaluar el trabajo realizado
- Elaborar informes
- Escribir los artículos

Objetivo:

- Evaluar el impacto del proyecto y su contribución al desarrollo de las niñas en la ciencia.

Este proyecto cuenta con los siguientes indicadores que beneficiaran a:

Tabla 1

Indicadores para el proyecto

Cuantitativa	Cualitativa	Alumnas	Mentoras
<ul style="list-style-type: none"> • Primaria: una escuela marginada • Secundaria: dos escuelas marginadas • Medio superior: tres planteles 	<ul style="list-style-type: none"> • Acercar a las niñas a la ciencia y la tecnología para desarrollar vocaciones y desarrollar su talento. • Fortalecer la autoestima y desarrollar liderazgo en las participantes. 	<ul style="list-style-type: none"> 20 niñas primaria 30 niñas secundaria 50 jóvenes preparatoria 	5
<ul style="list-style-type: none"> • Estudiantes de TI 			

Fuente: elaboración propia

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La mentoría no solo es beneficiosa para la entrada de mujeres en STEM, sino también para su retención y éxito a largo plazo. Un estudio realizado por el Instituto para el Futuro de la Educación encontró que las mujeres que participan en programas de mentoría tienen una mayor probabilidad de permanecer en sus carreras STEM y alcanzar posiciones de liderazgo (García-Bullé, 2022). Esto se debe en parte a que la mentoría proporciona un sentido de pertenencia y comunidad, lo cual es fundamental para la retención. Estamos de acuerdo con Kurk (2022) sobre la

importancia de las Mentorías intergeneracionales y su impacto en las estudiantes de nivel primaria.

El apoyo intergeneracional en la educación, como sostienen Slate (2020), Nabil et al (2021) es un factor determinante para el desarrollo y consolidación de las niñas y jóvenes en carrera STEM.

Afirmamos que la mentoría es una herramienta esencial para la formación y el éxito de mujeres en STEM. Proporciona apoyo emocional, desarrollo de habilidades y una red de contactos que son cruciales para superar las barreras de género en estos campos. Para cerrar la brecha de género en STEM, es fundamental implementar y promover programas de mentoría que inspiren y empoderen a la próxima generación de mujeres científicas, tecnólogas, ingenieras y matemáticas. Se comparte el diseño del proyecto con la finalidad de que sea replicable para cualquier institución educativa interesada en la formación de talentos de niñas y jóvenes STEM.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Americana de Mujeres Universitarias (AAUW). (2022). Women in STEM: A Gender Gap to Innovation. <https://www.aauw.org/resources/research/the-stem-gap/>

Bello Alessandro (2020). Las Mujeres en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas en América Latina y el Caribe, pp.12-13. ONU Mujeres. Montevideo. <https://lac.unwomen.org/es/digiteca/publicaciones/2020/09/mujeres-en-ciencia-tecnologia-ingenieria-y-matematicas-en-america-latina-y-el-caribe>

British Council (2022) *Women in STEM: Addressing the Gender Imbalance* <https://www.britishcouncil.fr/en/women-stem-0>

Case Study on Mentoring Programs for Women in STEM. <https://swe.org/research/2024/case-study-mentoring-women-in-stem/>.

- Chuco Aguilar, V. J. (2023). Hacia un Futuro de Oportunidades Igualitarias: Mentoría y Redes de Apoyo para el Empoderamiento de las Mujeres en el Ámbito Organizacional. *Newman Business Review*, 9(2), 100–128. <https://doi.org/10.22451/3002.nbr2023.vol9.2.10089>
- Dreer-Goethe, B. (2023). Well-being and mentoring in pre-service teacher education: an integrative literature review. *International Journal of Mentoring and Coaching in Education*, 12(4), 336-349 <https://doi.org/10.1108/IJMCE-09-2022-0073>
- European Commission. (2022). ATHENA: Advancing gender equality in STEM.
- Fundación Televisa. (2023). *Informe de impacto de Tecnológicas*.
- García-Bullé, S. (2022). El rol de la mentoría en la educación para mujeres STEM. Observatorio / Instituto para el Futuro de la Educación. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/mentoriamujeresstem/>
- Hobson, Andrew J., Ashby, P., Malderez, A, & Tomlinson, P. D. (2009). Mentoring beginning teachers: What we know and what we don't , *Teaching and Teacher Education*, 25(1), 207-216. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2008.09.001>
- Kirkman, K. S. (2022). Perceptions of Mentor Relationships by Gender for Students in a Private Liberal Arts University in Arkansas (Doctoral dissertation, Harding University, Cannon-Clary College of Education). <https://scholarworks.harding.edu/hu-etd/77/>
- Kruk C, Iribarne P, Gascue A, Horta S, Eirin K, Bortolotto N, Vélez-Rubio G, & Bastida J (2022). Espacio de Formación Integral «Mentorías intergeneracionales»: una estrategia de educación integral y colaborativo *Integralidad sobre ruedas*, 8(1), 66-94. <https://doi.org/10.37125/ISR.8.1.5>
- Medina, T., Ferreira, E., Pinto, I., Barbosa, R., Ribeiro, I., Duarte, T. & Torres, F. (2020). Programa Transversal de Mentoria Inter pares da Universidade do Porto (Mentoria U. Porto) - Relatório referente ao processo de implementação e ao ano letivo 2019-2020. <https://www.up.pt/mentoriaup/wp-content/uploa>

Mentoring Programs for Women in STEM: Mentoring Modules.
<https://swe.org/research/2024/mentoring-modules-women-in-stem/>.

Nabi, G., Walmsley, A., & Akhtar, I. (2021). Mentoring functions and entrepreneur development in the early years of university. *Studies in Higher Education*, 46(6), 1159-1174. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1665009>

National Science Foundation (2022) *Supporting Women and Girls in STEM*
<https://new.nsf.gov/funding/initiatives/broadening-participation/supporting-women-girls-stem>

Ortiz, S. (2022). Mujeres en carreras STEM: la importancia de la mentoría. IT Masters Mag. <https://www.itmastersmag.com/noticias-analisis/carreras-stem-la-importancia-de-la-mentor-ia/>

Slate, N. (2022). Beauty and power: Beauticians, the Highlander Folk School, and women's professional networks in the civil rights movement. *Journal of Social History*, 55(3), 744-768. <https://doi.org/10.1093/jsh/shab055>

Sociedad de Mujeres Ingenieras (SWE). (2022). All together: The power of mentorship. <https://alltogether.swe.org/2021/08/mujeres-ingenieras-de-mexico/>

Society of Women Engineers (SWE). (2024). Mentoring Programs for Women in STEM: Case Study.

UN Women. (2022). Gender gap in research fields in Chile, Mexico, and Peru.

UNESCO (2021) *Women and the digital revolution (chapter 3)*
<https://www.unesco.org/reports/science/2021/en/women-digital-revolution>

UNESCO. (2020). Women in STEM: Global participation and challenges.

Verdugo-Castro, F., Sánchez-Gómez, M., & García-Holgado, A. (2022). Factores que influyen en la participación de mujeres en STEM desde la infancia

Verdugo-Castro, S., Sánchez-Gómez, M.C. & García-Holgado, A. (2022). University students' views regarding gender in STEM studies: Design and validation of an instrument. *Educ Inf Technol*, 27, 12301–12336.
<https://doi.org/10.1007/s10639-022-11110-8>

Women in Engineering ProActive Network (WEPAN). (2022). Mentorship Programs.
<https://www.wepan.org/wiep2022>

Women in science, technology, engineering and mathematics (STEM) in the Latin America and the Caribbean region,” UN Women – Americas and the Caribbean.
<https://lac.unwomen.org/en/digiteca/publicaciones/2020/09ujeres-eficiencia-tecnologia-ingenieria-y-matematicas-en-america-latina-y-elcaribe>

Women in STEM: Closing the Gender Gap Through Effective Mentorship Programs.
<https://alltogether.swe.org/2024/04/closing-gender-gap-mentorship-programs/>.

LA FUNCIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN LA ADQUISICIÓN DE VOCABULARIO EN NIÑOS CON AUTISMO: UN ANÁLISIS DEL IMPACTO DE TABLET, ROBOT Y MÉTODO TRADICIONAL SIN TECNOLOGÍA

Ana Lucia Urrea

analurrea@us.es

<https://orcid.org/0000-0002-6249-6799>

Universidad de Sevilla (España)

Isabel R. Rodríguez-Ortiz

ireyes@us.es

<https://orcid.org/0000-0002-2623-4310>

Universidad de Sevilla (España)

David Saldaña

dsaldana@us.es

<https://orcid.org/0000-0002-4192-7924>

Universidad de Sevilla (España)

RESUMEN

Los niños con trastorno del espectro autista (TEA) pueden mostrar retrasos en el desarrollo del vocabulario. El retraso del vocabulario se ha abordado mediante diferentes intervenciones basadas en tecnología, como las asistidas por tablet. Este estudio explora cómo el robot social, la tablet y el uso de métodos no tecnológicos influyen en el aprendizaje de palabras y en la interacción con tecnología en niños con TEA. Se investigó si los niños entre 4 y 15 años ($N = 28$) mostraban más aprendizaje y atención visual con el robot social en comparación con la tablet y la ausencia de tecnología y si existía activación fisiológica al utilizar estas tecnologías. Los resultados indican que no hay diferencias significativas en el número de palabras aprendidas utilizando los diferentes medios. Sin embargo, se observó una diferencia significativa en la atención visual, presentando una mayor atención hacia la educadora y mayor atención fuera de la tarea al utilizar el robot. No se encontraron diferencias significativas en la activación fisiológica entre las tecnologías. En conclusión, no se encontró ventaja o desventaja en el aprendizaje de palabras según el medio utilizado, pero la educadora mostró mayor capacidad para captar la atención visual durante el aprendizaje de palabras, posiblemente debido a la familiaridad y adaptabilidad con la educadora.

1. INTRODUCCIÓN

Una proporción significativa de niños con trastorno del espectro autista (TEA) sigue siendo mínimamente verbal, trabajando por adquirir el lenguaje hablado (Brady et al., 2021; Brignell et al., 2019). Los niños y niñas con TEA suelen tener dificultades en la comunicación verbal y no verbal (American Psychiatric Association, 2000) y algunos presentan un retraso en la adquisición del lenguaje en comparación con los niños con desarrollo típico (Lauritsen, 2013; Rebecca Landa, 2007). Según Tager-Flusberg & Kasari, (2013) la mitad de la población con autismo no desarrolla lenguaje expresivo a la edad de tres años y pueden no desarrollar lenguaje expresivo fluido hasta después de los cuatro años. Ellis Weismer et al. (2010) y Wodka et al. (2013) evaluaron a niños con TEA y encontraron que solo el 3% de la población tenía niveles normales de lenguaje comparable a los niños con desarrollo típico; el resto de la muestra con TEA presentaba retrasos en la adquisición del lenguaje. Además, específicamente para el desarrollo de vocabulario, los estudios han demostrado que los niños con TEA tienen niveles más bajos de vocabulario expresivo y/o receptivo en comparación con la población típica (Kwok et al., 2015; Belteki et al., 2022). En cuanto al vocabulario receptivo, algunos niños con TEA pueden tener déficits relativamente significativos, incluso cuando el lenguaje expresivo parece estar moderadamente intacto (Davis et al., 2016).

Las intervenciones basadas en tecnología han demostrado ser de ayuda para los niños con TEA en la adquisición de lenguaje. Dichas intervenciones basadas en tecnología se refieren al uso de un dispositivo electrónico o digital, aplicación o software que ayude a mejorar una habilidad específica (Syriopoulou-Delli y Gkiolnta, 2020). La implementación de intervenciones basadas en tecnología en el campo de la educación de alumnos con necesidades educativas especiales se considera una tendencia creciente en muchos países. Esta intervención ha ganado reconocimiento entre maestros, padres y profesionales (Qahmash, 2018). La intervención basada en tecnología busca entrenar diversas habilidades, como por ejemplo la comunicación social, el reconocimiento facial, las habilidades académicas, el vocabulario (Massaro y Bosseler, 2006) y las habilidades de comunicación (Gevarter et al., 2020).

Por ejemplo, las tablets pueden ser atractivas para los estudiantes, proporcionando oportunidades para la autoiniciación o para motivar al niño con pocos estímulos (Stockall y Dennis, 2014). Así como también las tecnologías móviles podrían llegar a aumentar la interacción y participación dentro de un entorno de aprendizaje y, lo más importante, facilitar el proceso de aprendizaje (Qahmash, 2018).

Asimismo, las intervenciones asistidas por tablet han demostrado ser efectivas en comparación con el uso de tarjetas para la comunicación tradicional (Flores et al., 2013; Ulzii et al., 2022) y para que los niños con TEA aprendan palabras (O'Malley et al., 2014). También, gracias a su portabilidad y facilidad de uso, los niños pueden usar las tablets de manera autónoma (Chebli et al., 2019). De igual manera, la tecnología hace que las imágenes visuales sean más accesibles para los estudiantes (Odunukwe, 2019). Por otro lado, Allen et al., (2015) exploraron si los niños con TEA tienen más éxito en adquirir nuevo vocabulario y conocimiento de objetos utilizando una tablet en comparación con los libros de imágenes; en dicho estudio, no encontraron diferencias significativas de aprender con la tablet y con libros. Además, Chebli et al., (2019) compara la efectividad de la enseñanza impartida a través de una tablet con la enseñanza impartida por un instructor, así como también evaluaron la generalización de los conceptos enseñados a representaciones en 3D. Por lo que concluyeron que más conceptos fueron mantenidos y generalizados después de haber sido enseñados por el instructor. Sin embargo, para algunos participantes los resultados fueron iguales en ambas modalidades. Además de las tablets, en los últimos años han aumentado los estudios sobre la intervención asistida por robots para niños con TEA. La intervención asistida por robots puede ayudar a los niños en la interacción social (Aresti-Bartolome y Garcia-Zapirain, 2014); Dautenhahn et al., 2009), el aprendizaje del lenguaje (Boccanfuso et al., 2017; Westlund et al., 2015), aprendizaje de palabras en segundo idioma (Alemi et al., 2015), el reconocimiento y la expresión de emociones (Marino et al., 2020) y las habilidades cognitivas (Silva et al., 2012).. Sin embargo, el nivel actual de evidencia a favor de las intervenciones de vocabulario asistidas por robots es escaso.

En general, a pesar de las supuestas ventajas, aun no existe evidencia sobre si la

intervención basada en tecnología, específicamente utilizar una tablet y un robot social para el aprendizaje de vocabulario, es más beneficiosa que el uso de métodos sin tecnología.

Este estudio tiene como objetivo comparar distintas tecnologías (robot y tablet) con la ausencia de tecnología, evaluando su efectividad sobre el aprendizaje de vocabulario por parte de niños con TEA. Además, evalúa la interacción con la tecnología mediante el registro de atención visual y, por último, evalúa la respuesta fisiológica que los distintos soportes tecnológicos generan en estos aprendices, como una medida de su respuesta emocional a los mismos.

2. MÉTODO

2.1 Participantes

Los participantes fueron reclutados de colegios con aulas específicas de trastornos del espectro autista (TEA) y de escuelas específicas TEA en el área de Sevilla. La muestra se compone de 28 niños con TEA, 22 hombres y 6 mujeres de entre 4 y 15 años ($M = 9.09$, $min = 4.5$, $máx. = 14.8$) mínimamente verbales o no verbales, todos los niños han sido diagnosticados con autismo previamente. Los participantes fueron involucrados en las tres condiciones experimentales.

La puntuación media directa de vocabulario receptivo obtenido por la prueba Peabody PPVT-III fue de 16.54 ($min = 2$ $máx. = 46$), equivalente a una puntuación estandarizada de 50 en todos los participantes. En cuanto a las habilidades cognitivas no verbales de la prueba Leiter-R y la prueba Wechsler (WNV) demostró una puntuación en la escala de 48.71 $M = 100$ ($min = 30$, $máx. = 108$).

Como criterio de inclusión: un requisito, era que los niños fueran no verbales o mínimamente verbales. De igual manera, los participantes debían ser capaces de entender y seguir instrucciones básicas.

2.2 Instrumentos

Para caracterizar la muestra se evaluaron a los participantes con pruebas estandarizadas de vocabulario y habilidades cognitivas, se administraron las pruebas de Leiter-R (Roid et al., 1997) y Wechsler No verbal (WNV) (Naglieri & Brunnert, 2009) para evaluar habilidades cognitivas y la prueba de Peabody (Dunn et al., 2006) para evaluar vocabulario receptivo.

Los estímulos utilizados para enseñanza de vocabulario fueron objetos desconocidos (*pseudo objetos*), o pseudo objetos se obtuvieron de una página web abierta de diseño en 3D y luego se imprimieron en formato 3D en azul y verde. Las pseudopalabras que se empajaron con los *pseudo objetos* se compusieron a partir de sílabas frecuentes tomadas del Diccionario de frecuencias del español (Alameda & Cuetos, 1995); y los objetos conocidos eran perro, coche, cuchara, libro, entre otros. Para la intervención con tecnología se utilizó un robot humanoide NAO versión H25, producido por SoftBank Robotics, una tablet Android y una pulsera Embrace Plus producida por Empática. La pulsera Embrace Plus es un dispositivo portátil que recopila, procesa, almacena y transmite parámetros fisiológicos, como el pulso cardíaco.

2.3 Procedimiento

Los participantes fueron evaluados individualmente en 3 sesiones (una a la semana). El estudio fue previamente aprobado por el comité de ética de la Universidad de Sevilla (No 1783-M1-23) y se obtuvo el consentimiento informado de los padres previo a las sesiones.

En las sesiones, los niños se sentaron en una mesa frente del experimentador y fueron reforzados a lo largo de la sesión para mantener la atención y buena conducta.

En dos primeras sesiones, antes de comenzar con la intervención con tecnología, se administraron las pruebas de vocabulario y habilidades cognitivas en sesiones individuales. Luego, se realizaron dos sesiones de familiarización con la tecnología, dichas sesiones tenían como objetivo facilitar el primer contacto con el robot y la

pulsera Empática. La primera sesión consistió en que los participantes observaran al robot de manera estática, luego, el experimentador procedió a encender el robot desde el modo autónomo y luego a apagarlo. La segunda sesión tuvo como objetivo demostrar las habilidades del NAO; en esta sesión, el robot realizó los movimientos relevantes que NAO realizaría durante el calentamiento y las pruebas de entrenamiento.

La intervención de vocabulario se basó en el paradigma de aprendizaje de palabras adaptado por Hartley et al. (2019) y Hartley y Allen (2014). El paradigma de aprendizaje de palabras constaba de 4 fases: fase de calentamiento, fase de aprendizaje, fase de familiarización de objetos y fase de retención y de generalización (ver Figura 1). La fase de calentamiento consistió en dos pruebas, en cada prueba el experimentador colocó dos objetos familiares frente al niño y le pidió que “toca la pelota” o “dámela p la pelota”. Todos los objetos fueron contrabalanceados para la primera prueba. En la segunda prueba de calentamiento, solo se utilizaron un perro y un coche. En ambas pruebas de calentamiento, si la respuesta no era correcta, el experimentador daba retroalimentación diciendo la respuesta correcta.

La fase de aprendizaje consistió en ocho pruebas en las que se enseñaba el nuevo *pseudo objeto* emparejado con la *pseudopalabra* a los niños. La fase de aprendizaje tenía un formato idéntico al calentamiento con excepción de que los niños recibieron retroalimentación diferente, la instrucción se dio una vez, y si no se obtenía respuesta del niño, se repetía la instrucción. Si aún no había respuesta o si la respuesta era incorrecta, el experimentador señalaba el objeto familiar diciendo “este es un perro, mira, este es el perro”, “toca el cado” (cado era una de las pseudopalabras), y si la respuesta era incorrecta, el experimentador señalaba el objeto no familiar diciendo “este es el cado, mira, este es el cado, toca el cado”.

La fase de familiarización de objetos se llevó a cabo para evaluar la familiarización del par de objetos con coincidencia de color (ya fuera azul o verde) y la familiarización con un nuevo paquete de 4 objetos diferentes nunca visto por el participante, véase Figura 1.

En la fase de retención y generalización se realizaron cuatro pruebas de retención

y cuatro pruebas de generalización. En las pruebas de retención, se presentaron dos objetos: el que se había entrenado antes en la fase de entrenamiento y la coincidencia de color diferente mostrada en la familiarización de objetos. El experimentador pidió al niño que identificara uno de los objetos (por ejemplo “¿cuál es el cado?” o “dame el cado”). El propósito de esta prueba era evaluar la memoria del niño sobre la palabra referente de color exacto que experimentó durante las pruebas de entrenamiento. Para la prueba de generalización se presentaron con un color, el objeto no familiar y con un color diferente, un objeto anteriormente mostrado en familiarización de objetos mostrado anteriormente en la fase de familiarización. Se pidió a los niños que identificaran cual de estos objetos era un referente para la palabra objetivo. El propósito era evaluar si las etiquetas que los niños aplicaban a los objetos podían extenderse a nuevos referentes basados en la forma.

Figura 1.
Fases del paradigma de aprendizaje



Fuente: elaboración propia

Por otro lado, el paradigma de interacción con la tecnología se basó en las medidas de atención visual de Wainwright et al., (2020), con ciertas adaptaciones. Una de las adaptaciones era el análisis visual porque, en el que se grabaron y analizaron videos de los participantes durante las sesiones de entrenamiento en las diferentes condiciones. Se evaluó la mirada de los participantes hacia la tarea y fuera de la

tarea. Para evaluar la categoría de atención visual hacia la tarea, ésta se define como la mirada de los participantes hacia los objetos y al medio que da la instrucción, es decir, experimentador, tablet o el robot. Y la atención visual fuera de la tarea se categorizó como la mirada de los participantes a algo que no eran los estímulos, la tecnología, ni el educador. Como tercera variable se evaluó el tiempo que el participante permanecía sentado en su silla.

Los videos se analizaron utilizando el software ELAN (Nijmegen: Max Planck Institute for Psycholinguistics, 2024) por dos codificadores de videos independientes. Cada video se dividió en segmentos de 10 segundos, durante los cuales los codificadores evaluaron si el niño miraba diferentes subcategorías en cada condición. Se estableció un esquema de codificación, y la codificación de video se dividió entre dos codificadores, utilizando el primer 50% de los videos para evaluar la confiabilidad entre evaluadores. Se realizó el Kappa de Cohen para cada subcategoría por separado, con todas las calificaciones obteniendo un puntaje de .85 (buena fiabilidad, McHugh, 2012).

3. RESULTADOS

Para evaluar la efectividad de aprendizaje de palabras utilizando el robot, la tablet y la ausencia de tecnología (condición con solo la educadora), se realizó el análisis no paramétrico de Friedman. Se observó que no existían diferencias significativas en el número de palabras aprendidas entre las tres condiciones, $\chi^2(2, N = 28) = .000$, $p = 1.000$, ni en el número de palabras generalizadas por condición, $\chi^2(2, N = 28) = 3.12$, $p = .209$. Sin embargo, en cuanto a la atención visual que los niños y niñas presentaban al robot, la tablet o al educador, los datos revelaron diferencias significativas, $\chi^2(2, N=25)=6.659$, $p = .036$. Específicamente, los resultados de la prueba de rangos de Wilcoxon indicaron que los participantes mantenían menos atención visual hacia la tarea cuando utilizaban el robot ($M_{robot} = .858$) en comparación con cuando la tarea era facilitada por el educador ($M_{educador} = .925$) $z = -2.52$, $p = .012$. Curiosamente, no se observaron diferencias significativas en la atención visual entre la tablet y el robot, ni entre la tablet y el educador. En relación con la atención visual fuera de la tarea, los datos mostraron diferencias significativas entre el robot, la tablet y el educador, $\chi^2(2, N= 25) = 9.36$, $p = .009$. La prueba de Wilcoxon reveló que los participantes mantenían más atención visual fuera de

la tarea cuando usaban el robot ($M_{robot} = .616$) en comparación con cuando utilizaban la tablet ($M_{tablet} = .4588$) $z = -2.54$, $p = .011$ o el educador ($M_{educador} = .4819$) $z = -2.5$, $p = .10$. Sin embargo, la prueba de Wilcoxon no mostró diferencias significativas entre el experimentador y la tablet. En cuanto a las medidas fisiológicas, los resultados no mostraron diferencias significativas de la activación fisiológica (pulso cardíaco), comparando el robot, la tablet y la educadora $F(2, 10) = 2.78$, $p = .109$, $\eta^2 = .358$.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este estudio evaluó la efectividad del aprendizaje de palabras en niños y niñas utilizando tres condiciones distintas: un robot, una tablet y una condición sin tecnología, solamente con la educadora en niños con TEA mínimamente verbales y no verbales. En cuanto al aprendizaje de palabras, similares a los resultados de (Allen et al., 2015; Westlund et al., 2015) no se encontraron diferencias significativas en la retención de palabras aprendidas ni en su generalización. Por tanto, los datos sugieren que el uso de tecnología, como la tablet y el robot social, comparado con aprendizaje uno a uno con la educadora, no proporciona ninguna ventaja ni desventaja en cuanto al aprendizaje de palabras.

Aunque el robot, la tablet y la educadora no mostraron diferencias significativas en el aprendizaje de palabras, la atención visual y la atención visual fuera de la tarea varían según el tipo de intervención tecnológica. Estos hallazgos sugieren que, los dispositivos tecnológicos pueden o no influir significativamente en el aprendizaje de palabras, y que existen diferencias en la atención visual a la tarea y fuera de la tarea de los niños durante la intervención de vocabulario.

Los resultados sugieren que los niños se pueden llegar a distraer más en el momento de aprender vocabulario con el robot que al utilizar la tablet y con la presencia de un educador. El mostrar menos distracción al momento de utilizar la tablet puede deberse a la familiaridad con la misma y la interactividad que ésta implica; ya que los niños pueden escuchar instrucciones, tocar la pantalla y elegir la respuesta correcta en comparación con el robot, que únicamente dice las instrucciones y muestra la retroalimentación.

En cuanto a la atención visual hacia la tarea, los resultados sugieren que el robot produce menos atención visual a la tarea en los aprendices que en el momento de la intervención con la educadora. Esto podría deberse a la mayor familiaridad que

tienen los niños a trabajar y a realizar intervenciones uno a uno con una educadora y la poca familiaridad que tienen con un robot social.

Dado que no se encontraron diferencias significativas en la atención visual hacia la tarea al comparar el uso de la tablet con el robot y la tablet con el educador, no podemos concluir que este medio tecnológico presente más atención visual de los aprendices, a diferencia de Wainwright et al., (2020) que sugieren que los estímulos interactivos, como la tablet en comparación con un libro, aumentan la atención visual en los participantes.

El educador en nuestro estudio tiene estrategias para retener la atención de los participantes que probablemente no estarían presentes en el momento de utilizar un libro.

A pesar de que el nivel de interactividad con el robot y con la educadora era poco, la interacción con el robot social no se vio, en este escenario, tan efectiva como la interacción con la educadora. Cabe mencionar que ambos buscaban la atención de los aprendices cuando era necesario.

Futuras investigaciones pueden explorar características específicas tanto del robot como del educador que impacten en la atención específica. Algunos aspectos por considerar serían la capacidad y tiempo de respuesta y la forma de hablar del robot. Por otro lado, es importante tomar en cuenta a programadores de robótica para que realicen un trabajo más detallado y en profundidad para una buena interacción con el usuario y así lograr que los usuarios no se distraigan de la tarea al utilizarlo. Nuevas investigaciones son necesarias para evaluar si el motivo por el cual existe una mayor atención visual fuera de la tarea en el momento de usar el robot es debido al tiempo de respuesta del robot, que puede ser lento, y/o la poca familiaridad con los robots.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alameda, J. R., & Cuetos, Fernando. (1995). *Diccionario de frecuencias de las unidades lingüísticas del castellano*. Departamento de Psicología, Universidad de Oviedo.

Alemi, M., Meghdari, A., Basiri, N. M., & Taheri, A. (2015). *The Effect of Applying Humanoid Robots as Teacher Assistants to Help Iranian Autistic Pupils Learn*

English as a Foreign Language (pp. 1–10). https://doi.org/10.1007/978-3-319-25554-5_1

Allen, M. L., Hartley, C., & Cain, K. (2015). Do iPads promote symbolic understanding and word learning in children with autism? *Frontiers in Psychology*, 6(FEB). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00138>

American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (Fourth Ed. Text Rev.). American Psychiatric Association.

Aresti-Bartolome, N., & Garcia-Zapirain, B. (2014). Technologies as support tools for persons with autistic spectrum disorder: A systematic review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(8), 7767–7802. <https://doi.org/10.3390/ijerph110807767>

Belteki, Z., Lumbreras, R., Fico, K., Haman, E., & Junge, C. (2022). The Vocabulary of Infants with an Elevated Likelihood and Diagnosis of Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review and Meta-Analysis of Infant Language Studies Using the CDI and MSEL. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph19031469>

Boccanfuso, L., Scarborough, S., Abramson, R. K., Hall, A. V., Wright, H. H., & O’Kane, J. M. (2017). A low-cost socially assistive robot and robot- assisted intervention for children with autism spectrum disorder: field trials and lessons learned. *Autonomous Robots*, 41(3), 637–655. <https://doi.org/10.1007/s10514-016-9554-4>

Brady, N. C., Kosirog, C., Fleming, K., & Williams, L. (2021). Predicting progress in word learning for children with autism and minimal verbal skills. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 13(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s11689-021-09386-x>

Brignell, A., May, T., Morgan, A. T., & Williams, K. (2019). Predictors and growth in receptive vocabulary from 4 to 8 years in children with and without autism spectrum disorder: A population-based study. *Autism*, 23(5), 1322–1334. <https://doi.org/10.1177/1362361318801617>

- Chebli, S. S., Lanovaz, M. J., & Dufour, M. M. (2019). Comparison of Tablet- Delivered and Instructor-Delivered Teaching on Receptive Identification in Children With Autism Spectrum Disorders. *Journal of Special Education Technology*, 34(1), 55–67. <https://doi.org/10.1177/0162643418781300>
- Dautenhahn, K., Nehaniv, C. L., Walters, M. L., Robins, B., Kose-Bagci, H., Mirza, N. A., & Blow, M. (2009). KASPAR - a minimally expressive humanoid robot for human-robot interaction research. *Applied Bionics and Biomechanics*, 6(3–4), 369–397. <https://doi.org/10.1080/11762320903123567>
- Davis, T. N., Lancaster, H. S., & Camarata, S. (2016). Expressive and receptive vocabulary learning in children with diverse disability typologies. *International Journal of Developmental Disabilities*, 62(2), 77–88. <https://doi.org/10.1179/2047387715Y0000000010>
- Dunn, L. M., Dunn, L. M., & Arribas, D. (2006). *PPVT-III Peabody: test de vocabulario en imagenes:Manual*.
- Ellis Weismer, S., Lord, C., & Esler, A. (2010). Early Language Patterns of Toddlers on the Autism Spectrum Compared to Toddlers with Developmental Delay. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(10), 1259–1273. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-0983-1>
- Flores, M., Musgrove, K., Renner, S., Hinton, V., Strozier, S., Franklin, S., & Hil, D. (2012). A comparison of communication using the apple ipad and a picture-based system. *AAC: Augmentative and Alternative Communication*, 28(2), 74–84. <https://doi.org/10.3109/07434618.2011.644579>
- Gevarter, C., Horan, K., & Sigafos, J. (2020). Teaching preschoolers with autism to use different speech-generating device display formats during play: Intervention and secondary factors. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 51(3), 821–838. https://doi.org/10.1044/2020_LSHSS-19-00092
- Gevarter, C., O'Reilly, M. F., Kuhn, M., Mills, K., Ferguson, R., Watkins, L., Sigafos, J., Lang, R., Rojeski, L., & Lancioni, G. E. (2016). Increasing the vocalizations of individuals with autism during intervention with a speech-generating

- device. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 49(1), 17–33.
<https://doi.org/10.1002/jaba.270>
- Hartley, C., & Allen, M. L. (2014). Brief report: Generalisation of word-picture relations in children with autism and typically developing children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44(8), 2064–2071.
<https://doi.org/10.1007/s10803-014-2074-1>
- Hartley, C., Trainer, A., & Allen, M. L. (2019). Investigating the relationship between language and picture understanding in children with autism spectrum disorder. *Autism*, 23(1), 187–198.
<https://doi.org/10.1177/1362361317729613>
- Kwok, E., Y. L., Brown, H. M., Smyth, R. E., & Oram Cardy, J. (2015). Meta-analysis of receptive and expressive language skills in autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 9, 202–222.
<https://doi.org/10.1016/j.rasd.2014.10.008>
- Landa, R. (2007). Early Communication Development and Intervention for children with autism . *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Review*, 13, 16–25. <https://doi.org/10.1002/mrdd.20134>
- Lauritsen, M. B. (2013). Autism spectrum disorders. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 22(S1), 37–42. <https://doi.org/10.1007/s00787-012-0359-5>
- Marino, F., Chilà, P., Sfrazzetto, S. T., Carrozza, C., Crimi, I., Failla, C., Busà, M., Bernava, G., Tartarisco, G., Vagni, D., Ruta, L., & Pioggia, G. (2020). Outcomes of a Robot-Assisted Social-Emotional Understanding Intervention for Young Children with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 50(6), 1973–1987. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-03953-x>
- McHugh, M. L. (2012). Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochemia Medica*, 22(3), 276–282.
- Naglieri, J. A., & Brunnert, K. (2009). *Wechsler Nonverbal Scale of Ability (WNV)*.
- Nijmegen: Max Planck Institute for Psycholinguistics. (2024). *The Language Archive. ELAN (Version 6.8)*.

- Qahmash, A.I.M. (2018). The Potentials of Using Mobile Technology in Teaching Individuals with Learning Disabilities: A Review of Special Education Technology Literature. *TechTrends*, 62(6), 647–653. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0298-1>
- Odunukwe, C. N. (2019). Using modern technology to enhance learning of students with autism spectrum disorders. In T. I. Asino & F. Mormah (Eds.), *ADECT Conference Proceedings*. Oklahoma State
- O'Malley, P., Lewis, M. E. B., Donehower, C., & Stone, D. (2014). Effectiveness of Using iPads to Increase Academic Task Completion by Students with Autism. *Universal Journal of Educational Research*, 2(1), 90–97. <https://doi.org/10.13189/ujer.2014.020111>
- Rebecca Landa. (2007). Early Communication Development and Intervention for children with autism . *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Review*, 13, 16–25. <https://doi.org/10.1002/mrdd.20134>
- Roid, G. H., Miller, L. J., Pomplun, M., & Koch, C. (1997). *Leiter. Escala manipulativa Internacional de Leiter-R*.
- Silva, S., Soares, F., Costa, S., Pereira, A. P., & Moreira, F. (2012). Development of skills in children with ASD using a robotic platform. *2012 IEEE 2nd Portuguese Meeting in Bioengineering, ENBENG 2012*. <https://doi.org/10.1109/ENBENG.2012.6331347>
- Stockall, N., & Dennis, L. R. (2014). Using Pivotal Response Training and Technology to Engage Preschoolers With Autism in Conversations. *Intervention in School and Clinic*, 49(4), 195–202. <https://doi.org/10.1177/1053451213509486>
- Syriopoulou-Delli, C. K., & Gkiolnta, E. (2020). Review of assistive technology in the training of children with autism spectrum disorders. In *International Journal of Developmental Disabilities*. Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/20473869.2019.1706333>

- ager-Flusberg, H., & Kasari, C. (2013). Minimally Verbal School-Aged Children with Autism Spectrum Disorder: The Neglected End of the Spectrum. *Autism Research*, 6(6), 468–478. <https://doi.org/10.1002/aur.1329>
- Ulzii, D., Kabot, S., & Reeve, C. (2022). A Comparison of iPad-Assisted and Flash Card-Assisted Instruction for Learners With Autism. *Journal of Special Education Technology*, 37(2), 203–214. <https://doi.org/10.1177/0162643420979935>
- Wainwright, B. R., Allen, M. L., & Cain, K. (2020). Narrative comprehension and engagement with e-books vs. paper-books in autism spectrum condition. *Autism & Developmental Language Impairments*, 5, 239694152091794. <https://doi.org/10.1177/2396941520917943>
- Westlund, J. K., Dickens, L., Jeong, S., Harris, P., Desteno, D., & Breazeal, C. (2015). *A Comparison of Children Learning New Words from Robots, Tablets, & People*.
- Wodka, E. L., Mathy, P., & Kalb, L. (2013). Predictors of Phrase and Fluent Speech in Children With Autism and Severe Language Delay. *Pediatrics*, 131(4), e1128–e1134. <https://doi.org/10.1542/peds.2012-2221>

DESAFÍOS ÉTICOS EN EL USO DE DATOS QUE EMPLEAN LOS ROBOTS SOCIALES EN ENTORNOS EDUCATIVOS

João Batista Carvalho Nunes

joao.nunes@uece.br

<https://orcid.org/0000-0002-1270-0026>

Universidade Estadual do Ceará (Brasil)

RESUMEN

Los robots sociales, por lo general, están diseñados con forma antropomorfa o zoomorfa y están equipados con un conjunto de sensores, que les permiten capturar diferentes datos, además de capacidad de movimiento e inteligencia artificial, que les propicia procesar esos datos y generar acciones. Este capítulo proporciona las primeras aproximaciones de un estudio exploratorio, cuyo objetivo fue reflexionar sobre los desafíos éticos relacionados con el uso de datos que emplean los robots sociales en un entorno educativo, desde la educación infantil hasta la educación superior. Para cumplir con ese objetivo se utilizó el método de investigación bibliográfica. La búsqueda de material bibliográfico se centró en la tipología de datos que reúnen conocimiento científico en libros, capítulos de libros, artículos de revistas y normas y estudios de organismos nacionales e internacionales. Los resultados apuntan a la necesidad de responder a varias cuestiones de carácter ético sobre el uso de datos empleados por los robots sociales en un entorno educativo, cuando se pueden recopilar datos sensibles de estudiantes, ya sean niños, adolescentes o adultos, así como de profesores, directivos y padres o tutores. El análisis de la literatura consultada permitió agrupar los resultados en base a cuatro actividades presentes en el proceso de uso de datos de los robots sociales: recolección, transferencia, almacenamiento y manipulación. Es evidente que los robots sociales no son herramientas inocentes, lo que requiere una vigilancia ética constante sobre el uso que hacen de los datos recopilados.

1. INTRODUCCIÓN

La preocupación por la ética se remonta a la Edad Antigua. Los primeros registros de un código de ética están asociados a los escritos sagrados de los hebreos, transcritos aproximadamente en el año 1200 a.C. También se pueden enumerar escritos relacionados con el hinduismo, el taoísmo, el confucianismo y los filósofos

de la Antigua Grecia, con énfasis en Sócrates, Platón y Aristóteles (Crisp, 2013; Downs, 2012).

La ética puede entenderse, según Vázquez (2017), como “... la teoría o ciencia del comportamiento moral de los hombres en la sociedad. En otras palabras, es la ciencia de una forma específica de comportamiento humano” ¹¹ (p. 23, nuestra traducción). En el sentido de Abbagnano (2007, p. 380), la ética es, “en general, la ciencia de la conducta” ¹² (p. 380, nuestra traducción).

Mientras que la moral se relaciona con situaciones concretas, basadas en las costumbres y hábitos recibidos del grupo social al que se pertenece, la ética se vincula a una perspectiva de generalidad o universalidad, buscando fundamentar las acciones morales mediante el uso de la razón. Esta preocupación adquiere sus propios contornos a medida que los seres humanos evolucionan y las sociedades se desarrollan. La ética, desde un enfoque “praxista”, reconoce el carácter histórico y cultural del ser humano, estando sujeta a las imposiciones de la realidad natural e histórico-social, determinando su comportamiento, pero también siendo determinada por ello (Severino, 2011; Vázquez, 2017).

Actualmente, nos enfrentamos a una realidad compleja, en la que nos insta a pensar la existencia humana, individual y colectiva, sometida a un proceso acelerado de performatividad algorítmica, crecimiento en la capacidad y usos de la Inteligencia Artificial (IA) y de los robots, destacándose los de carácter social (Lemos, 2021). Avanzamos hacia una “Inteligencia General Artificial” (Artificial General Intelligence – AGI), dotada de “superinteligencia”, a diferencia de los sistemas de IA actualmente existentes y considerados limitados (Emmert-Streib, 2024; Kurzweil, 2005; Müller, 2023). En ese momento se puede lograr la singularidad, es decir, “... la fusión del vasto conocimiento incorporado en nuestros propios cerebros con la mayor

¹¹ En el original: “... a teoria ou ciência do comportamento moral dos homens em sociedade. Ou seja, é ciência de uma forma específica de comportamento humano”.

¹² En el original: “em geral, a ciência da conduta”.

capacidad, velocidad y habilidad de compartir conocimientos de nuestra tecnología”¹³ (Kurzweil, 2005, p. 20, nuestra traducción).

Por otro lado, todavía hay una parte de la población mundial padeciendo inseguridad alimentaria, vulnerabilidad social y sufriendo diversas formas de violencia. Vemos cómo las acciones humanas están poniendo en riesgo el planeta y la supervivencia de nuestra propia especie. Observamos, por ejemplo, la escalada de los conflictos armados en el mundo, que pueden derivar en el uso de armas de destrucción masiva, así como la crisis climática, con el aumento de la temperatura del planeta y fenómenos extremos de sequías e inundaciones.

El avance científico y tecnológico no puede dissociarse de la búsqueda de mejorar la condición humana y la naturaleza en un sentido amplio. La idea de singularidad tecnológica, en la que los robots y sistemas con IA podrán superar la comprensión y el control humanos, debe estar presente en las preocupaciones de científicos, educadores, gobiernos y sociedad en general.

La Singularidad nos permitirá superar problemas humanos milenarios y amplificar enormemente la creatividad humana. Conservaremos y mejoraremos la inteligencia que nos ha otorgado la evolución, al tiempo que superaremos las profundas limitaciones de la evolución biológica. Pero la Singularidad también amplificará la capacidad de actuar según nuestras inclinaciones destructivas, por lo que su historia completa aún no se ha escrito¹⁴. (Kurzweil, 2005, p. 21, nuestra traducción)

La International Organization for Standardization (ISO, 2021) define un robot como un “mecanismo accionado programado con un grado de autonomía (...) para realizar locomoción, manipulación o posicionamiento” ¹⁵ (p. 1, nuestra traducción). Establece una clasificación de los robots en tres categorías: robots industriales,

¹³ En el original: “... the merger of the vast knowledge embedded in our own brains with the vastly greater capacity, speed, and knowledge-sharing ability of our technology”.

¹⁴ En el original: “The Singularity will allow us to overcome age-old human problems and vastly amplify human creativity. We will preserve and enhance the intelligence that evolution has bestowed on us while overcoming the profound limitations of biological evolution. But the Singularity will also amplify the ability to act on our destructive inclinations, so its full story has not yet been written.”.

¹⁵ En el original: “... programmed actuated mechanism with a degree of autonomy to perform locomotion, manipulation or positioning”.

robots de servicio y robots médicos. Mientras que los robots industriales se utilizan en la automatización de aplicaciones industriales y los robots médicos se utilizan en actividades médicas, los robots de servicio se pueden utilizar para uso personal o profesional.

Entre los robots de servicio destacan los denominados robots sociales, que pueden interactuar y comunicarse con seres humanos y otros robots sociales, ofreciendo diferentes servicios (domésticos, educativos, asistenciales, etc.). Los robots sociales, por lo general, están diseñados con forma antropomorfa o zoomorfa y están equipados con un conjunto de sensores, que les permiten capturar diferentes datos, además de capacidad de movimiento e inteligencia artificial, que les propicia procesar esos datos y generar acciones (Mokhtar, 2019).

En el ámbito educativo, los robots sociales se han utilizado para enseñar contenidos STEM, así como para asumir roles de tutor, asistente y profesor en las aulas, desde la educación infantil hasta la educación superior (Belpaeme et al., 2018; Woo et al., 2021). Belpaeme et al. (2018) señalan tres ventajas del uso de robots sociales en el contexto educativo frente al uso de agentes virtuales: I) pueden ser utilizados en actividades curriculares o poblaciones en las que sea necesaria la implicación con el mundo físico, como por ejemplo, aprender caligrafía; II) los estudiantes muestran más conductas sociales beneficiosas para el proceso de aprendizaje cuando se relacionan con un sistema incorporado en un dispositivo físico, como, por ejemplo, el uso de esos robots con personas con discapacidad visual; y III) los estudiantes logran mayor aprendizaje al interactuar con un sistema integrado en un dispositivo físico, como, por ejemplo, en situaciones que involucran tareas cooperativas.

Nos enfrentamos a nuevas posibilidades, desafíos y riesgos resultantes de la interacción hombre-máquina. Como advierte Torras (2024), “hemos llegado a un punto de inflexión en nuestra historia conjunta: los robots sociales aprenden de nosotros y a su vez influyen en nosotros. El ciclo se cierra y se abre una nueva era”¹⁶ (p. 2, nuestra traducción).

¹⁶ En el original: “we’ve reached an inflection point in our joint history: social robots learn from us and in turn influence us. The loop closes and a new era opens”.

Al realizar sus funciones e interactuar con los humanos, los robots sociales recopilan datos. Estos datos pueden ser: biométricos (altura, voz, estructura facial, forma de moverse, etc.); identificación (nombre, correo electrónico, etc.); espacial (ubicación, plano de la propiedad, etc.); personal o profesional, resultante de la aplicación de un conjunto de preguntas; entre otros. Ese hecho plantea la necesidad de discutir sobre los desafíos éticos involucrados en cuatro actividades presentes en el proceso de uso de datos por parte de robots sociales: recolección, transferencia, almacenamiento y manipulación.

Este capítulo trae, por tanto, las primeras aproximaciones de un estudio de carácter exploratorio, cuyo objetivo fue reflexionar sobre los desafíos éticos relacionados con el uso de datos que emplean los robots sociales en un entorno educativo, desde la educación infantil hasta la educación superior.

La investigación se nutre de las contribuciones del campo de la ética de los robots (o ética de la robótica) y de la ética de los datos. La ética de los robots es un campo interdisciplinar reciente, que recibe aportes de diversas áreas, como Ciencias de la Computación, Filosofía, Psicología, Derecho, entre otras. Y puede ser definida como “... un esfuerzo creciente de investigación interdisciplinaria en la intersección de la ética aplicada y la robótica con el objetivo de comprender las implicaciones y consecuencias éticas de la tecnología robótica”¹⁷ (Scheutz, 2013, p. 165, nuestra traducción).

Complementariamente, la ética de los datos es una rama de la ética que se centra en cómo se crean, recopilan, almacenan, analizan y comparten los datos. Según Floridi y Taddeo (2016), puede ser concebida como:

... la rama de la ética que estudia y evalúa los problemas morales relacionados con los datos (incluyendo la generación, registro, conservación, procesamiento, difusión, intercambio y uso), algoritmos (incluyendo inteligencia artificial, agentes artificiales, aprendizaje automático y robots) y prácticas correspondientes (incluyendo innovación responsable,

¹⁷ En el original: “... a growing interdisciplinary research effort roughly in the intersection of applied ethics and robotics with the aim of understanding the ethical implications and consequences of robotic technology”.

programación, piratería y códigos profesionales), con el fin de formular y apoyar soluciones moralmente buenas (por ejemplo, conductas correctas o valores correctos)¹⁸. (p. 3, nuestra traducción)

El capítulo está distribuido, además de la Introducción, en la cual se busca contextualizar el tema, en tres secciones más. En la siguiente sección se presentan los procedimientos metodológicos adoptados para el desarrollo del estudio. A continuación, en la sección Resultados se explican los principales hallazgos de la pesquisa hasta el momento del cierre. En la última sección, Discusión y Conclusiones, aflora la interpretación de los resultados y las conclusiones resultantes.

2. MÉTODO

Como se explicó en la Introducción, este capítulo es el resultado de una investigación de carácter exploratorio, por tratarse de un tema que aún no ha sido muy investigado. Su objetivo es reflexionar sobre los desafíos éticos relacionados con el uso de datos que emplean los robots sociales en un entorno educativo.

Para cumplir con ese objetivo, se recurrió al método de la investigación bibliográfica. Según Gil (2018), “la investigación bibliográfica es elaborada con base en material ya publicado”¹⁹ (p. 28, nuestra traducción). En función del carácter exploratorio, la búsqueda de material bibliográfico se centra en obras que recogen conocimiento científico en el campo (robots sociales, educación, ciencia de datos, ética) trabajando con las fuentes de datos científicas internacionales Web of Science, Scopus y IEEE Xplore, entre otras, y centros documentales de universidades. El banco de documentación reúne diferentes tipologías de documentos: libros, capítulos de libros, artículos y normas y estudios de órganos nacionales e internacionales.

¹⁸ En el original: “... the branch of ethics that studies and evaluates moral problems related to data (including generation, recording, curation, processing, dissemination, sharing and use), algorithms (including artificial intelligence, artificial agents, machine learning and robots) and corresponding practices (including responsible innovation, programming, hacking and professional codes), in order to formulate and support morally good solutions (e.g. right conducts or right values)”.

¹⁹ En el original: “a pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado”.

3. RESULTADOS

Los resultados apuntan a la necesidad de responder a varias cuestiones de carácter ético sobre el uso de datos empleados por los robots sociales en un entorno educativo, cuando se pueden recopilar datos sensibles de estudiantes, ya sean niños, adolescentes o adultos, así como de profesores, directivos y padres o tutores. El análisis de la literatura consultada permitió agrupar los resultados con base en cuatro actividades presentes en el proceso de utilización de datos por robots sociales: recolección, transferencia, almacenamiento y manipulación. A continuación, esos resultados serán explicitados en consonancia con esas categorías.

3.1. Recolección

Existen diferentes tipos de robots sociales utilizados en entornos educativos, los cuales pueden adoptar una forma antropomorfa o zoomorfa para establecer un mayor vínculo con los estudiantes (por ejemplo, iCat, Keepon, Nao, Pepper etc.). Todos ellos están dotados de distintos sensores que recopilan datos de las personas y del ambiente. Teniendo en cuenta este hecho, podemos enumerar algunas cuestiones de naturaleza ética que necesitan respuestas.

3.1.1. ¿Qué datos de estudiantes, profesores, directivos y padres o tutores recogen realmente los robots sociales?

En el momento de la interacción con niños, adolescentes o adultos, los robots sociales empleados en entornos educativos están recolectando datos, que pueden ser sensibles. Hay diversos datos de personas que son considerados sensibles: origen racial o étnica; convicción religiosa; opinión política; filiación a sindicato o a organización de carácter religioso, filosófico o político; datos referentes a la salud, a la vida sexual o a la orientación sexual; datos genéticos o biométricos (Brasil, 2018; European Parliament, 2016). Además, otros datos pueden ser recolectados bajo el riesgo de ser usadas para causar daño, como, por ejemplo, imágenes de los

individuos o de situaciones embarazosas, datos de ubicación de las personas, patrones de conducta, datos bancarios, entre otros.

3.1.2. ¿Tienen los estudiantes, padres o tutores, profesores y directivos una comprensión exacta de qué datos se recopilan y cómo se utilizarán?

Estudiantes, padres o tutores, profesores y directivos tienen derecho a la protección de sus datos personales y a su privacidad (Brasil, 2018; European Parliament, 2016). Además, según el European Group on Ethics in Science and New Technologies (2018), también deberían ser añadidos dos derechos: "... el derecho a un contacto humano significativo y el derecho a no ser perfilado, medido, analizado, entrenado o presionado"²⁰ (p. 19, nuestra traducción).

Para ejercer esos derechos, esas personas necesitan conocer qué datos se recogen de ellos o de la persona que está siendo tutelada y como serán tratados. ¿Los fabricantes proporcionan a los usuarios informaciones sobre cuáles son los datos que se recolectan y por qué? Como señalan Oruma et al. (2023) sobre la necesaria transparencia operativa de los robots sociales, "el robot debe indicar claramente cuándo está registrando o recopilando datos. Los robots deben ser fácilmente identificables mediante marcas o distintivos visibles"²¹ (p. 10, nuestra traducción).

Por otro lado, al recopilar datos personales, esos robots deberían obtener permiso formal de los usuarios para realizar esa acción, con el fin de cumplir con la normativa vigente en materia de protección de datos. En una escuela, donde hay niños y adolescentes, los directivos y los profesores son responsables de la inserción de robots sociales y, por lo tanto, deben proteger a los estudiantes, incluyendo sus datos personales. Esto implica en la necesidad de que tengan el control sobre qué datos se están recopilando al interactuar con los robots y como se utilizarán.

Además, como los sistemas de los robots sociales pertenecen a fabricantes que tienen medidas de protección del producto, es imposible verificar si los datos que el

²⁰ En el original: "... the right to meaningful human contact and the right to not be profiled, measured, analysed, coached or nudged".

²¹ En el original: "the robot should clearly indicate when it is recording or collecting data. Robots should be easily identifiable with visible markings or badges".

fabricante informa que se han recopilado (si esto sucedió) son los mismos que los que se recopilaron. ¿Qué garantía ofrece el fabricante acerca de cuáles son los datos recolectados?

3.2. Transferencia y almacenamiento

Las actividades de transferencia y almacenamiento, aunque son diferentes, suscitan preocupaciones semejantes y se analizan de forma agrupada en esta subsección.

3.2.1. ¿Cómo se almacenan los datos en el robot o se transfieren a la nube o a una ubicación definida por el fabricante?

La transferencia de datos se produce desde los sensores del robot social a una unidad de almacenamiento, así como ocurre también hacia un dispositivo (ordenador, tablet o smartphone) que tenga autorización para conectarse con el robot social, a través de internet o red privada, o para los servidores del fabricante.

El almacenamiento de los datos se realiza en la unidad de almacenamiento dentro del robot o también se puede emplear una nube, incluyendo servidores del fabricante, y equipamientos como ordenador, tablet y smartphone.

En ambos procesos debe garantizarse que sólo las personas autorizadas puedan realizar la transferencia de datos recolectados por los robots sociales y tener acceso a su almacenamiento, utilizando contraseñas seguras. De lo contrario, la interceptación de datos durante su transferencia a dispositivos o a la nube, o la invasión del lugar de almacenamiento de los datos pueden generar graves daños a los estudiantes, profesores, directivos y padres o tutores, cuyos datos se almacenan allí (Lutz et al., 2024; Oruma et al., 2023).

3.2.2. ¿Están esos datos cifrados?

Es necesario un cifrado sólido de los datos para protegerlos contra el uso no autorizado (Lutz et al., 2024; Oruma et al., 2023). Los ciberataques proliferan cada

vez más. Según el informe Fast Facts de Trend Micro, líder mundial en soluciones de ciberseguridad, en 2023 se bloqueó un récord de 161 mil millones de amenazas en todo el mundo, frente a 146 mil millones de ataques en 2022 (ABES, 2024).

3.2.3. ¿Cómo saber si el almacenamiento y/o transferencia de datos es seguro?

En el entorno educativo, disponer de información sobre cómo se transfieren y almacenan los datos recogidos por los robots sociales es necesario para evaluar el nivel de seguridad al que están sujetos los estudiantes, padres o tutores y profesionales de la educación. Permite adoptar medidas preventivas e, incluso, como criterio para elegir el modelo de robot más adecuado.

3.3. Manipulación

Estamos denominando como “manipulación” el conjunto de acciones que realizan los robots sociales sobre los datos recogidos a través de sus sensores, mediante la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial. Es un proceso vital para garantizar una interacción adecuada entre el robot y los humanos. Esa actividad también involucra varias cuestiones de naturaleza ética, entre las que destacamos sólo dos que se describen a continuación.

3.3.1. ¿Cómo se entrena el modelo de IA y cómo podemos asegurar que ese modelo no presenta sesgos, con implicaciones negativas para la forma de interacción y el proceso de aprendizaje de determinados grupos de estudiantes?

Aunque es de gran importancia, este aspecto difícilmente obtiene respuesta cuando se le plantea a los fabricantes de los robots sociales. Implica a algoritmos desarrollados por los fabricantes y la utilización de extensas bases de datos de entrenamiento, que son considerados secretos industriales.

Hay diversas técnicas de aprendizaje automático (machine learning) utilizadas para el desarrollo del modelo de IA presente en los robots sociales, en sintonía con la

analítica del aprendizaje (learning analytics) (Johal, 2020). Esas técnicas están distribuidas por tres principales métodos de aprendizaje automático: aprendizaje supervisado, aprendizaje no supervisado y aprendizaje por refuerzo (Gabriel Filho, 2023).

A pesar del improbable acceso a información sobre cómo se desarrolla el proceso de entrenamiento del modelo de IA, directivos, docentes, padres o tutores y estudiantes deben estar atentos a la forma en que los robots sociales interactúan con los estudiantes, sean niños, adolescentes o adultos, o ellos mismos, los responsables de su incorporación en las aulas. Si perciben alguna forma discriminatoria, abusiva o incompatible con el apoyo esperado al proceso de aprendizaje de los estudiantes, deberán solicitar al fabricante el ajuste del modelo de IA del robot y, si no hay una solución adecuada, buscar apoyo en los procedimientos legales.

3.3.2. ¿Cómo utiliza los datos el sistema de IA presente en el robot para personalizar sus acciones?

El sistema de IA presente en el robot social puede generar diferentes respuestas, en función de los datos recopilados. Puede personalizar el plan de estudios para estudiantes con diferentes necesidades educativas, incluidos aquellos con diferentes estilos de aprendizaje e interacción, así como aquellos con discapacidades. Esa personalización puede expresarse en forma, simultánea o no, de “... comportamiento no verbal, comportamiento verbal y progresión adaptativa del contenido...”²² (Belpaeme et al., 2018, p. 2, nuestra traducción).

Al igual que en el punto anterior, es necesario estar atento a la personalización implementada. Pueden existir sesgos que causen daño a los estudiantes, padres o tutores, profesores y directivos, comprometiendo el desarrollo del currículo y el proceso de aprendizaje.

²² En el original: “... nonverbal behavior, verbal behavior, and adaptive content progression...”

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Aunque el uso de robots sociales en la educación ha crecido, particularmente en los países desarrollados, es necesario entender que no son herramientas inocentes. Los resultados indicados en el apartado anterior muestran varias cuestiones éticas presentes en el uso que esos robots hacen de los datos recopilados. Con el aumento de la ciberdelincuencia en el mundo, el crecimiento de la capacidad de procesamiento y almacenamiento de dispositivos digitales, como los robots, la expansión del ancho de banda de Internet y el desarrollo de nuevas y complejas técnicas estadísticas y de aprendizaje automático, la vigilancia ética sobre el uso de datos por robots sociales debe ser constante.

También es necesario fomentar el desarrollo de políticas públicas que garanticen estándares éticos en el proceso de interacción entre robots sociales y seres humanos, incluyendo la exigencia de transparencia a lo largo de todo el ciclo de vida de los datos.

Sin embargo, la atención no puede centrarse únicamente en el “uso responsable” de los datos por parte de los robots. También es fundamental invertir en el “diseño responsable” de esas máquinas (Müller, 2023), para que ya estén construidas teniendo en cuenta estándares éticos de conducta y uso de datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbagnano, N. (2007). *Dicionário de Filosofia*. Martins Fontes.
- ABES - Associação Brasileira de Empresas de Software. (2024, março 11). 2023 *Segundo relatório da Trend Micro*. Recuperado de <https://abes.com.br/2023-fecha-com-161-bilhoes-de-ataques-ciberneticos-em-mais-um-recorde-segundo-relatorio-da-trend-micro/#:~:text=2023%20fecha%20com%20161%20bilh%C3%B5es,relat%C3%B3rio%20da%20Trend%20Micro%20%2D%20ABE>
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: a review. *Science Robotics*, 3, 1-9, eaat5954. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/scirobotics.aat5954>

- Brasil. (2018). *Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018*. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm
- Crisp, R. (Ed.). (2013). *The Oxford handbook of the history of ethics*. Oxford University Press.
- Downs, J. (2012). A brief history of ethics. In Downs, J. C. U. & Swienton, A. R. (Eds.), *Ethics in Forensic Science* (pp. 1-25). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385019-5.00001-4>
- Emmert-Streib, F. (2024). Is ChatGPT the way toward artificial general intelligence. *Discover Artificial Intelligence*, 4(1), 32. <https://doi.org/10.1007/s44163-024-00126-3>
- European Group on Ethics in Science and New Technologies. (2018). *Statement on artificial intelligence, robotics and «autonomous» systems*. Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/dfebe62e-4ce9-11e8-be1d-01aa75ed71a1>
- European Parliament. (2016). *Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council, de 27 de abril de 2016*. The protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0679&from=EN#d1e1374-1-1>
- Gabriel Filho, O. (2023). *Inteligência Artificial e aprendizagem de máquina: aspectos teóricos e aplicações*. Blucher.
- Gil, A. C. (2018). *Como elaborar projetos de pesquisa* (6. Ed). Atlas.
- ISO. *ISO 8373:2021 Robotics – Vocabulary* (3. Ed.). ISO. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/45d6d293-56e4-47ad-b09fb86c54d86371/iso-8373-2021>
- Johal, W. (2020). Research trends in social robots for learning. *Current Robotics Reports*, 1(3), 75-83. <https://doi.org/10.1007/s43154-020-00008-3>
- Kurzweil, R. (2005). *The singularity is near: when humans transcend biology*. Viking.
- Lemos, A. (2021). Dataficação da vida. *Civitas*, 21(2), 193-202. <http://dx.doi.org/10.15448/1984-7289.2021.2.39638>

- Lutz, C., Schöttler, M., & Hoffmann, C. P. (2019). The privacy implications of social robots: scoping review and expert interviews. *Mobile Media & Communication*, 7(3), 412-434. <https://doi.org/10.1177/2050157919843961>
- Mokhtar, T. H. (2019). Designing social robots at scales beyond the humanoid. In Korn, O. (Ed.), *Social robots: technological, societal and ethical aspects of human-robot interaction*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-17107-0_2
- Müller, V. C. (2023). Ethics of artificial intelligence and robotics. In E. N. Zalta & U. Nodelman (Eds.), *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. The Metaphysics Research Lab, Department of Philosophy, Stanford University. <https://plato.stanford.edu/archives/fall2023/entries/ethics-ai/>
- Oruma, S. O., Ayele, Y. Z., Sechi, F., & Rødsethol, H. (2023). Security aspects of social robots in public spaces: a systematic mapping study. *Sensors*, 23(19), 8056. <https://doi.org/10.3390/s23198056>
- Severino, A. J. (2011). Educação e ética no processo de construção da cidadania. In J. C. Lombardi & P. Goergen (orgs), *Ética e educação: reflexões filosóficas e históricas* (pp. 123-140). Autores Associados.
- Scheutz, M. (2013). What is robot ethics? [TC Spotlight]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 20(4), 20-165. <https://doi.org/10.1109/MRA.2013.2283184>
- Torrás, C. (2024). Ethics of social robotics: individual and societal concerns and opportunities. *Annual Review of Control, Robotics, and Autonomous Systems*, 7(1), 1-18. <https://doi.org/10.1146/annurev-control-062023-082238>
- Vázquez, A. S. (2017). *Ética* (37. ed.). Civilização Brasileira.
- Woo, H., LeTendre, G. K., Pham-Shouse, T., & Xiong, Y. (2021). The use of social robots in classrooms: a review of field-based studies. *Educational Research Review*, 33, 100388. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100388>

**TEACHERS' PERSPECTIVES ON THE POTENTIAL OF
EDUCATIONAL ROBOTICS AND CODING FOR
INTEGRATION IN ARTS, HUMANITIES, AND
PROMOTING INCLUSION IN SCHOOLS - A STUDY IN
SPAIN, BELGIUM, GREECE, AND FRANCE**

Cristina Valls

[*cristina.valls@urv.cat*](mailto:cristina.valls@urv.cat)

<https://orcid.org/0000-0001-5583-5695>

Universitat Rovira i Virgili (Spain)

Vanessa Esteve-González

[*vanessa.esteve@urv.cat*](mailto:vanessa.esteve@urv.cat)

<https://orcid.org/0000-0001-5909-1099>

Universitat Rovira i Virgili (Spain)

Mireia Usart

[*mireia.usart@urv.cat*](mailto:mireia.usart@urv.cat)

<https://orcid.org/0000-0003-4372-9312>

Universitat Rovira i Virgili (Spain)

Despoina Schina

[*despoina.schina@stimmuli.eu*](mailto:despoina.schina@stimmuli.eu)

<https://orcid.org/0000-0002-6691-9170>

Stimmuli For Social Change (Greece)

RESUMEN

Despite the interdisciplinary potential of educational robotics recognized in current literature, teachers' perceptions of the interdisciplinary applications of ER remain underexplored. This mixed methods study implemented in four European countries aimed to measure the initial teachers' views on the use of Educational Robotics (ER) and coding, in particular, the benefits and challenges related to teaching arts and humanities. The adhoc questionnaire was validated using Exploratory Factor Analysis and it is reliable according to Cronbach's Alpha criteria. The semi-structured interviews were designed according to

the questionnaire content based on open-ended questions. The 104 valid answers from the questionnaire show that teachers think that ER & coding support students' skills development. The 13 teachers interviewed deepen into these figures and give particular information on the need for specific training on ER in "non-STEM" subjects, the difficulty of using ER and coding in these subjects, and the elevated cost of teaching materials. Teachers believe ER and coding enhance problem-solving, creativity, and collaboration skills, though opinions on content knowledge improvement vary. The study highlights the interdisciplinary potential of these technologies but identifies a need for professional development, particularly in arts, humanities, and inclusion. Teacher training is essential for effective implementation and fostering inclusive education.

1. INTRODUCTION

The quick evolution of technology is rapidly changing various sectors of human activity, including education. Emerging technologies such as Artificial Intelligence, the Internet of Things, Educational Robotics, and Cloud Computing are changing the way we learn and generate knowledge. In both formal and informal educational settings, new technological resources are being integrated to support the teaching and learning process and to equip students with content knowledge and life skills. The present article examines the integration of Educational Robotics (ER) within school settings, with a particular focus on teachers' perspectives regarding its potential to enhance students' learning. The present study is taking place in the framework of the Erasmus+ KA220 School Education project entitled "Educational Robotics and Coding Meet Arts and Humanities in Inclusive Learning Environments" (Robots meet Arts - KA220-SCH-5F7E5E9E) that aims to improve primary school education by integrating ER and coding into arts and humanities curricula. According to Jung and Won (2018) ER refers to the use of robotic technology, such as robotics kits and social robots, to motivate students for learning. ER provide a tangible interface that could enhance the learning process by creating an enjoyable and engaging context (Jung & Won, 2018).

Numerous studies have explored the potential of ER in enhancing students' learning. Research indicates that integrating ER into STEM education can significantly boost students' learning performance, spark their interest, and foster their computational thinking skills (Ouyang & Xu, 2024). ER could have beneficial effects on students' creativity and problem-solving (Zhang & Zhu, 2022). In particular, social robots are

effective in teaching oral language skills because of their socially interactive nature (Hein, & Nathan-Roberts, 2018). Furthermore, González-Fernández et al. (2021) provided a comprehensive overview of ER-related studies, highlighting that ER can enhance students' communication skills, teamwork, creativity, and problem-solving abilities. Nevertheless, researchers see that ER extends its potential beyond technology-oriented fields; in fact, Sullivan et al. (2017) see robotics as a creative medium with the power to engage young children in the arts and humanities. It is suggested to integrate the arts with technical and scientific fields starting in early childhood, so that young children grow up with the abilities they need to be well-rounded thinkers in any domain they pursue (Sullivan, et al., 2017). In the same vein, current research recognizes the pedagogical potential of ER that could be utilized in interdisciplinary collaborative projects for developing subject knowledge, technological competences and transferable skills (Tang et al., 2023).

Despite the interdisciplinary potential of ER recognized in current literature, teachers' perceptions of the interdisciplinary applications of ER remain underexplored. While some studies have examined educators' views on the potential of robotics in education (Kerneža & Zemljak, 2023; Papadakis et al., 2021; Schina et al., 2021), they have not specifically addressed its interdisciplinary potential and integration in arts and humanities. Current literature shows that teachers have mixed opinions regarding the use of robotics and coding in the school classroom; for example, Kerneža and Zemljak (2023) found out that while some teachers believe that the use of humanoid robots in the classroom can offer students a unique learning experience, others are skeptical and cautious about their educational use. Similarly, in Papadakis et al. (2021), early childhood teachers have mixed or incoherent attitudes toward ER use in the school classroom that are found to associate with certain individual differences, such as age and lack of education on ER. Interestingly, Ortega-Ruipérez and Lázaro Alcalde (2023) found out that differences in teachers' perceptions regarding the integration of programming and robotics could be due to their profile- STEAM teachers hold more positive perceptions and exhibit greater confidence in applying these resources in the classroom compared to core subject teachers and non-STEAM teachers.

Recent literature highlights significant benefits of incorporating ER in school education, particularly in fostering student inclusion. Daniela and Lytras (2019) underlined the dual role of ER; it can serve as a tool for knowledge construction and as an assistive tool for students who have problems in specific fields. They underlined that ER may be used to change students' attitudes to learning—class culture—allowing everyone to be accepted and involved. In line with this, Chaidi et al. (2021) introduced coding and ER to primary school students, including those with typical development and those with special educational needs such as autism, attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), and learning disabilities. Results show that vulnerable students felt more socially integrated, experienced a sense of acceptance, and saw a boost in their self-esteem. Literature shows that ER has positive effects on students with autism as it facilitates better teamwork with their typically developing peers (Nanou et al., 2022) and positively affects their social and emotional development (Albo-Canals et al., 2018). Finally, ER has also potential for fostering girls' interest in STEM and empowering them in the school classroom (Pedersen, et al., 2021).

The present study is in line with the growing interest of the academic community in interdisciplinary teaching and learning (Cohen, et al., 2024) and aims to examine teacher views on the integration of ER and coding in arts and humanities, and their potential for students' learning and inclusion.

2. METHOD

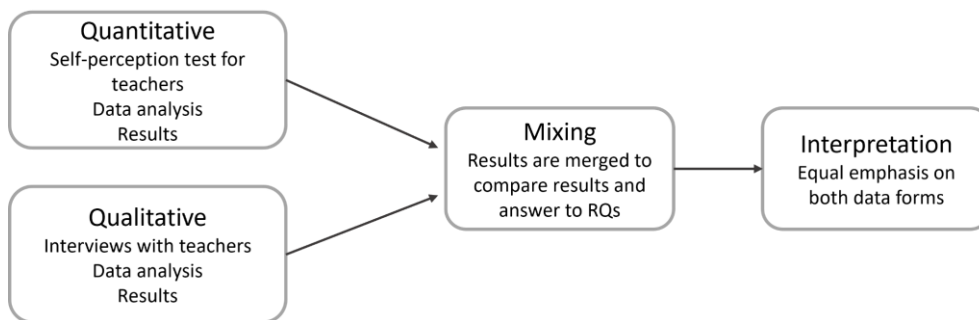
The main goal of this study is to explore the opinion of teachers on the use of ER and coding as potential tools for students' learning and inclusion, in particular, in Arts and humanities.

- RQ1: What are teachers' perceptions of the benefits of ER and coding for students' learning outcomes?
- RQ2: How do teachers perceive the potential integration of ER and coding in Arts and Humanities curricula?
- RQ3: What are teachers' views on the role of ER and coding in promoting inclusion within the classroom?

In order to answer these questions, the study is framed within a mixed methodology. In particular, a concurrent triangulation design was implemented (Plano Clark et al., 2008). As shown in Figure 1, both the self-perception questionnaire and the semi-structured interviews were conducted within two samples of in-service teachers from the four participant countries, in order to deepen their perception of the use of educational robotics and coding in the classroom.

Figure 1

Concurrent Triangulation Design - created by the author, based on Plano-Clark et al. (2008)



Source: Own elaboration

2.1. Instruments

Questionnaire

The perception questionnaire was created *ad hoc* for this study, based on existing instruments on self-efficacy and technology acceptance (Schina et al., 2021). It was designed by the Spanish participants of the project, and validated by the rest of the team, all of them experts in teacher training, ER, and educational research. After a first revision on the items, structure, and writing (content validity), the instrument structure was studied (construct validity) via an Exploratory Factor Analysis (EFA), where the 4 theoretical dimensions emerge, with eigenvalues > 1 (see table 1), with $\chi^2=1052$, $df=190$, $p<0.001$ (Barlett's test) and a 54% of the variance explained. It is important to mention that there were 5 items proposed as "Challenges and opportunities when integrating ER and Coding" that are not met in EFA as part of a factor, and they were ignored. The final version of the instrument consists of a first block with demographic questions (country, level of education, experience, subjects taught), and 4 thematic blocks with 5 items each, to be answered on a symmetrical

5-choice Likert scale (from strongly disagree -1 to strongly agree - 5). Cronbach's alpha values for each of the dimensions goes between 0.744 and 0.886 and indicate that it is reliable (see table 1). This section of the questionnaire was not taken into account for this study.

Table 1

Dimensions and reliability of the questionnaire

Dimension	Reliability	P-value Shapiro-Wilk
1. Benefits of ER and coding for student learning.	0.866	0.005
2. Integration of ER and coding in Arts and Humanities	0.815	<0.001
3. Inclusion of ER and coding in the classroom (special needs, socio-economic status, cultural diversity and gender).	0.783	0.006
4. Acceptance of the technology by teachers	0.744	<0.001

Interviews

The interview was designed to align with the four sections of the questionnaires, featuring open-ended questions that allow teachers to elaborate on their responses. The semi-structured interview was organized into four distinct blocks. The first block focused on teachers' perspectives regarding the benefits of robotics and coding for student learning. The second block explored their views on the potential integration of robotics and coding into Arts and Humanities subjects. The third block concentrated on teachers' opinions on best practices for the inclusive implementation of robotics and coding in the classroom. The final block aimed to assess teachers' acceptance of technology, specifically robotics and coding.

2.2. Sample

The participants were selected by means of non-probabilistic purposive sampling (Cardona, 2002) due to criteria of accessibility to the sample. 104 teachers participated, in particular (90 women and 14 men) from the four European

countries participating in the project (20 teachers from Spain, 33 from the Netherlands, 29 Greece and 22 France). The average number of years of teaching experience is 12,77 (SD=10.86) and of these, an average of 2,761 (SD=4,389) of experience using educational robotics and coding. The distribution of teachers across early education, primary education, and secondary school (see Table 2) indicates that the majority of the sample consists of primary school teachers, some of whom also teach in early childhood education and the initial grades of secondary school, particularly in Spain.

Additionally, based on convenience sampling, 13 teachers from the four participating countries — Belgium (2), Greece (4), Spain (4), and France (3) — were selected for interviews.

Table 2

Demographic information of the sample

Variable	Level	Counts	Proportion
Country	Spain	20	0.192
	Belgium	33	0.317
	Greece	29	0.279
	France	22	0.212
Gender	Men	14	0.135
	Women	90	0.865
Educational level	Early	24	0.231
	Primary	74	0.712
	Secondary	6	0.058
Area	Not informed	30	0.288
	STEM	12	0.115
	Arts & Humanities	21	0.201
	All subjects	39	0.375
	Physical education	2	0.019

2.3. Procedure and data analysis

The questionnaires were developed and evaluated by the project partners, then they were implemented in LimeSurvey to facilitate translation into the languages of the participating countries, ensuring that teachers could complete them accurately.

Over a six-week period from December 2023 to February 2024, the questionnaires were made available, resulting in a total of 123 teachers participating. Ultimately, 104 of these responses were fully completed and included in the final sample.

Quantitative analysis was conducted with JASP V0.18.1.0; first, a study of the factors and internal reliability of the instrument was conducted (see instrument section) then, the normality test was run for the four dimensions using the Shapiro-Wilk test; all results showed a p-value <0.01 (see table 1), therefore, non-parametric tests were used in comparative analysis for the study of the possible differences between groups (Kruskall-Wallis for country, educational level and speciality, and Mann-Whitney for gender). Finally, descriptive statistics were made to answer RQ 1-3.

Qualitative data were retrieved for each country. In particular, researchers interviewed teachers who aim to participate in the project. The audio recordings of these interviews were transcribed and shared as text in English on Notion, the project's collaboration platform, to facilitate overall analysis. The text underwent a content analysis process to identify key themes and categorize them in order to address the research questions. The final step in the analysis involved integrating the quantitative and qualitative results, as outlined in Figure 1.

3. RESULTS

First, the four dimensions of the questionnaire were compared among demographic variables, in order to make sure that the samples from all the countries, educational levels, gender and speciality were not significantly different. In particular, no significant differences between countries in terms of each of the four dimensions were found ($p>0.01$). Furthermore, no significant differences between genders in terms of each of D1, D2 and D3 ($p>0.01$). However, men score higher in D4. Technology acceptance than women in the sample ($W=845.5$; $p=0.037$). Similarly, no significant differences were found among the areas of expertise in Kruskall-Wallis test ($p>0.01$). These findings demonstrate that teachers from all participating

countries can be examined collectively, as they exhibit similar baseline characteristics across all measured dimensions.

Descriptive values of the four dimensions of the questionnaire (5 point Likert scale) are shown in table 3.

Table 3

Descriptives of the four dimensions of the questionnaire on ER and Coding for the sample

	Mean	SD
D1. Teachers' views on the benefits of ER & coding for students learning	4.081	0.660
Using ER and coding can improve my students' inquiry skills.	4.115	0.840
Using ER and coding can lead to more creativity in my students' learning processes.	4.163	0.802
Using ER and coding can lead to the development of my students' problem-solving skills.	4.260	0.824
Using ER and coding can enhance students. content knowledge (knowledge in history, biology, etc.).	3.817	0.798
It is important that all students have a basic understanding of coding.	4.048	0.829
D2. Potential of ER & coding in Arts & Humanities	4.033	0.544
It's possible to use ER and coding interdisciplinary.	4.279	0.689
ER and coding are easy to integrate into arts and humanities subjects.	3.683	0.767
ER and coding are useful tools in arts and humanities subjects.	3.740	0.724
Using ER and coding is beneficial in other subjects besides STEM.	4.154	0.707
ER and coding allow learning through different methodological strategies	4.308	0.698
D3. Teachers' views on best practices for an inclusive implementation of ER & coding into the classroom	4.075	0.530

	Mean	SD
To empower girls.	3.731	0.884
To develop safe and ethical use of digital technologies.	4.173	0.614
To get students from low socio-economic status to be more interested in the learning teaching process.	4.135	0.764
To involve students with special needs in the learning teaching process.	4.163	0.655
To bridge the digital gap.	4.173	0.675
D4. Teacher acceptance of technology (ER & coding).	3.525	0.451
The use of robots is not easy for me.	3.106	1.004
I have the necessary skills to use ER and coding in my classes.	3.490	0.812
I am familiar with the teaching methodologies required for completing an activity using ER and coding.	3.250	0.833
I am self-confident to teach or to integrate ER and coding in my lessons.	3.394	0.918
I would like to improve my skills on ER and coding.	4.385	0.687

Second, the results of the four dimensions were studied following the three sections:

3.1. Benefits of ER and coding for student learning.

To answer this question, quantitative results on D1- Teachers' views on the benefits of robotics and coding for students' learning, and qualitative answers to the interviews were studied. In particular, according to the quantitative results, the majority of teachers think that using ER and coding can lead to the development of their students' problem-solving skills (M= 4.26, SD= 0.798), inquiry skills (M=4.115, SD= 0.84), creativity (M= 4.163, SD= 0.802) and help them gain a basic

understanding of coding ($M=4.048$, $SD=0.829$). The teachers' interview responses support these findings and highlight additional benefits for students, such as improved collaboration, the ability to handle mistakes, enhanced critical thinking, communication, algorithmic thinking, design skills, and experimentation through trial, error, and fine-tuning. The teachers' interview responses reinforce the quantitative findings on creativity, emphasizing that ER and coding promote creativity by allowing multiple approaches to solving a problem or challenge, with no single correct solution. Teachers reported that “this flexibility encourages students to think outside the box and explore diverse solutions”. When it comes to the quantitative results on the potential of ER and coding to enhance students' content knowledge, teachers' answers were generally positive ($M= 3.817$, $SD= 0.798$) though not as strongly positive as in previous areas mentioned. The interviews provided additional insights: some teachers expressed uncertainty due to a lack of experience and were unsure how ER and coding could effectively enhance content knowledge. However, other teachers believe that students' content knowledge can be enhanced through methods like project-based learning and inquiry-based learning, where coding serves as a tool to support deeper content integration. It is an effective way to apply these approaches, as they allow students to actively engage and develop their technical skills in a practical and creative manner. These methods not only promote STEM learning, but also help teachers overcome their initial barriers and gain the confidence necessary to implement these new tools in their classrooms.

3.2. Integration of ER and coding in Arts and Humanities

The results of the questionnaire's Dimension 2, which focuses on teachers' perspectives on the potential integration of robotics and coding in arts and humanities subjects, were generally positive (see Table 3). The items that received the highest mean score were the following “I think that it is possible to use ER and coding interdisciplinary” and “ER and coding allow learning through different methodological strategies” attaining $M=4.279$ ($SD=0.689$) and $M= 4.308$ ($SD=0.698$), respectively. However, teachers were less enthusiastic about the integration and usefulness of ER and coding in arts and humanities subjects,

providing lower mean scores for integration ($M = 3.68$, $SD = 0.767$) and usefulness ($M = 3.74$, $SD = 0.724$). Regarding teachers' interview responses, teachers acknowledged the interdisciplinary potential of ER and coding but stressed the need for implementing effective pedagogical strategies to fully reach their potential. When interviewed on the pedagogical strategies, some teachers indicated that they were aware of different methodological strategies, such as challenge-based learning, learning boxes, or project-based learning, however, some others seemed to lack a deep understanding of how to implement them effectively in the classroom. Teachers who were familiar with pedagogical strategies, reported that project-based learning is an innovative and exciting way to teach and prepare students for the future; through project-based learning students can engage in learning environments that present diverse challenges, requiring solutions that draw upon knowledge from various subject areas. Teachers also suggested creating videogames and movies with stop-motion techniques that can further enhance their learning experience by integrating technology and creativity. In addition, teachers suggested designing project-based learning experiences that extend beyond the traditional boundaries of science education, integrating knowledge from different subjects, fostering entrepreneurship, and engaging the community. Teachers' recommendations include the following:

Interdisciplinary Connections: It connects science with other subjects such as math, engineering, and art, providing a holistic learning experience.

Entrepreneurial Thinking: It encourages students to think entrepreneurially by giving them the opportunity to design and build their own products.

Community Engagement: It connects students with the community by giving them opportunities to share their work with others.

3.3. The use of ER & Coding for inclusion

The results of the questionnaire's Dimension 3, which focuses on teachers' perspectives on the potential of ER and coding for students' inclusion were generally positive (see Table 3). Teachers seemed to highly value the potential of ER and

coding for developing safe and ethical use of digital technologies (M=4.173, SD=0.614), getting students from low socio-economic status to be more interested in the learning teaching process (M=4.135, SD=0.764), involving students with special needs in the learning teaching process (M=4.163, SD=0.655) and bridging the digital gap (M= 4.173, SD=0.675). Teachers seemed to be hesitant regarding the potential of ER and coding for empowering girls (M=3.731, SD= 0.884). In their interviews, teachers suggest that a lack of interest in how digital technologies are used today is not necessarily linked to gender. Teachers note that differences in students' engagement may stem from varying levels of access to technology at home, which can affect their familiarity and comfort with digital tools. In addition, teachers further explained that children tend to have greater skill and less fear of trial and error, although girls tend to be more afraid of making mistakes, however, they reported no noticeable gender differences in overall interest or ability in technology. Teachers emphasized the importance of promoting inclusion for students from diverse socio-cultural backgrounds, noting that socioeconomic challenges often intensify the technological barriers these students face when working with digital tools. Finally, teachers reported that current methods may not be effective in promoting inclusion for students with autism spectrum disorder, while they underlined the potential of technology for the integration of new immigrant students, particularly when it comes to overcoming language barriers.

3.4. Teacher acceptance of technology (robotics and coding).

Finally, although interviews' answers show that most teachers in the sample do not have experience in ER & robotics, the questionnaire's answers show that acceptance of technology by teachers is high for men, and for those teachers with more experience using ER & Coding. In particular (see Table 3) teachers would like to improve their skills on ER & coding; when asked in the interviews, they explain that it is because they admit using robots is not easy, they don't have enough skills, they are not self-confident and they need to be more familiar with the teaching methodologies related to using ER and coding in class.

The sheer number of students present in the classroom renders it challenging to address all of them. Some often employ the most skilled students as mentors for those who are struggling. Assessment is also complex, as it is necessary to be very clear about what is to be assessed and how. The most complex part is planning activities, as many variables come into play, such as prior knowledge, giving appropriate instructions, and predicting results. Additionally, assessment is challenging since only a maximum of three criteria can be evaluated, often using a competency-based grid. Assessment is the most difficult part, as it is a complex task primarily done through observation. Planning is one of the most complex points because it requires reaching a consensus with other teachers. The design of evaluation presents the greatest challenge as it necessitates not only the teacher's participation but also the inclusion of co-evaluation.

4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

It was found that teachers believe that incorporating ER and coding into education can enhance students' skills such as problem-solving, inquiry, creativity, and collaboration, while also providing a foundational understanding of coding. However, not all teachers agree that these approaches necessarily lead to improvements in students' content knowledge. Our findings regarding the potential of ER for enhancing students' skills (teamwork, creativity and problem-solving) were also observed by González-Fernández et al. (2021). Furthermore, in the present study teachers acknowledged the interdisciplinary potential of ER and coding. This is in line with Tang et al., (2023) who suggested using ER in interdisciplinary collaborative projects for developing subject knowledge, technological competences and transferable skills. Nevertheless, in our study not all teachers seem to value the potential of ER and coding for arts and humanities. This highlights the need for further attention and professional development in this area. In addition, some teachers report that they are not familiar with teaching methodologies for ER and coding, therefore teacher training is needed for implementing effective pedagogical strategies to fully reach the potential of ER and coding. Regarding inclusion, teachers think that the integration of ER and coding can have a positive impact on students' inclusion. This is in line with Chaidi (2021) who

found out that ER can make vulnerable students with special educational needs such as autism, ADHD, and learning disabilities, feel accepted and integrated in the school contexts.

Based on the findings of the present study, the project partners of the Robots Meet Arts Consortium will develop a training program aimed at enhancing teachers' skills in the interdisciplinary application of ER and coding, particularly within arts and humanities subjects. This program will feature practical examples and best practices for effective teaching, enabling teachers to integrate programming and robotics resources into their curriculum and pedagogy (Tang et al., 2023). Additionally, the training will introduce teachers to the latest methodologies for ER and coding, such as project-based learning, challenge-based learning, inquiry-based learning, and learning boxes. Emphasis will also be placed on the inclusive application of these technologies to support vulnerable students from low socio-economic status, learning disorders, immigrant status or even girls in disadvantaged areas. The program will address key obstacles identified in the literature, including teachers' lack of digital skills, and resistance to change, as highlighted by Usca et al. (2024), in order to successfully implement emerging technologies in arts and humanities education.

5. ACKNOWLEDGE

This research project is co-funded by the European Union (Grant Agreement No. 2023-1-FR01-KA220-SCH-000151881). The authors Mireia Usart and Cristina Valls are Serra Hunter fellows.

REFERENCES

Albó-Canals, J., Martelo, A. B., Relkin, E., Hannon, D., Heerink, M., Heinemann, M., Leidl, K. & Bers, M. U. (2018). A pilot study of the KIBO robot in children with severe ASD. *International Journal of Social Robotics*, 10, 371-383. <https://doi.org/10.1007/s12369-018-0479-2>

- Chaidi, E., Kefalis, C., Papagerasimou, Y., & Drigas, A. (2021). Educational robotics in Primary Education. A case in Greece. *Research, Society and Development*, 10(9), e17110916371. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.16371>
- Cohen, E., Novis-Deutsch, N., Kashi, S., & Alexander, H. (2024). Interdisciplinary Teaching and Learning at the K-12 level in the Humanities, Arts, and Social Sciences: A Scoping Review. *Educational Research Review*, 100617. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100617>
- Daniela, L., & Lytras, M.D. (2019). Educational Robotics for Inclusive Education. *Tech Know Learn* 24, 219–225. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9397-5>
- Gardenghi C., & Gherardi L. (2024). Teaching With the Nao Robot: Teacher - Users' Attitudes. *Italian Journal of Sociology of Education*, 16(1), 71-86. <https://doi.org/10.14658/PUPJ-IJSE-2024-1-4>
- González Fernández, M. O., Flores González, Y. A., & Muñoz López C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18 (2), 2301. <https://doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2021.v18.i2.2301>
- Hein, M., & Nathan-Roberts, D. (2018). Socially Interactive Robots Can Teach Young Students Language Skills; a Systematic Review. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 62(1), 1083-1087. <https://doi.org/10.1177/1541931218621249>
- Jung, S. E., & Won, E. S. (2018). Systematic review of research trends in robotics education for young children. *Sustainability*, 10(4), 1–24. <https://doi.org/10.3390/su10040905>
- Kerneža, M., & Zemljak, D. (2023). Teachers perspectives on the use of humanoid robots at primary and secondary education level, with a focus on native language teachers. In *EDULEARN23 Proceedings* (pp. 8504-8511). IATED.
- Nanou, A., & Karampatzakis, D. (2022). Collaborative educational robotics for the inclusion of children with disabilities. *Education. Innovation. Diversity*, 1(4), 30-43. <https://doi.org/10.17770/eid2022.1.6899>

- Papadakis, S., Vaiopoulou, J., Sifaki, E., Stamovlasis, D., & Kalogiannakis, M. (2021). Attitudes towards the use of educational robotics: Exploring pre-service and in-service early childhood teacher profiles. *Education Sciences*, 11(5), 204. <https://doi.org/10.3390/educsci11050204>
- Pedersen, B. K. M. K., Weigelin, B. C., Larsen, J. C., & Nielsen, J. (2021, August). Using educational robotics to foster girls' interest in STEM: A systematic review. In *30th IEEE International conference on robot & human Interactive communication (RO-MAN)* (pp. 865-872). IEEE. <https://doi.org/10.1109/RO-MAN50785.2021.9515538>.
- Plano Clark, V. L., Huddleston-Casas, C. A., Churchill, S. L., O'Neil Green, D., & Garrett, A. L. (2008). Mixed methods approaches in family science research. *Journal of Family Issues*, 29(11), 1543-1566. <https://doi.org/10.1177/0192513X08318251>
- Schina, D., Valls-Bautista, C., Borrull-Riera, A., Usart, M., & Esteve-González, V. (2021). An associational study: Preschool teachers' acceptance and self-efficacy towards Educational Robotics in a pre-service teacher training program. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18, 1-20. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00264-z>
- Sullivan, A., Strawhacker, A., Bers, M.U. (2017). Dancing, Drawing, and Dramatic Robots: Integrating Robotics and the Arts to Teach Foundational STEAM Concepts to Young Children. In Khine, M. (eds) *Robotics in STEM Education*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57786-9_10
- Ortega-Ruipérez, B., & Lázaro Alcalde, M. (2023). Teachers' perception about the difficulty and use of programming and robotics in the classroom. *Interactive Learning Environments*, 31(10), 7074-7085. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2061007>
- Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>
- Tang, A. L., Tung, V. W. S., & Cheng, T. O. (2023). Teachers' perceptions of the potential use of educational robotics in management education. *Interactive Learning*

Environments,

31(1),

313-324.

<https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1780269>

Usca, N., Samaniego, M., Yerbabuena, C., & Pérez, I. (2024). Arts and Humanities Education: A Systematic Review of Emerging Technologies and Their Contribution to Social Well-Being. *Social Sciences*, 13(5), 269. <https://doi.org/10.3390/socsci13050269>

Zhang, Y., & Zhu, Y. (2022). Effects of educational robotics on the creativity and problemsolving skills of K-12 students: A meta-analysis. *Educational Studies*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/03055698.2022.2107873>

Innovación y Futuro en Pensamiento Computacional



EVALUACIÓN DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

Elvira Esther Navas Piñate

enavas@unimet.edu.ve

<https://orcid.org/0000-0001-7008-6215>

Universidad Metropolitana (Venezuela)

Lida Niño

lnino@unimet.edu.ve

<https://orcid.org/0000-0002-0961-8320>

Universidad Metropolitana (Venezuela)

María Cecilia Fonseca Sardi

prof.mcfonsecas@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0976-2135>

Universidad Metropolitana (Venezuela)

RESUMEN

En este estudio se presenta una investigación acerca del desarrollo de las competencias de pensamiento computacional en estudiantes universitarios que cursan la asignatura Pensamiento Computacional (PC) durante el primer trimestre de sus estudios en la Universidad Metropolitana en Caracas, Venezuela. El estudio realizado fue de tipo analítico, sin manipulación de variables. El nivel de la investigación fue descriptivo y se utilizó un enfoque cuantitativo. Se aplicó un instrumento de evaluación previamente validado en dos secciones de las seis secciones abiertas ese trimestre, con el objetivo de medir el dominio de los cuatro principios básicos del PC: descomposición de problemas, abstracción, reconocimiento de patrones y diseño algorítmico. La aplicación se realizó en dos momentos: el primer día de clases y el último día de clases. Los resultados muestran que un significativo número de estudiantes mejoraron el resultado de la prueba al finalizar el trimestre, mientras que algunos pocos mantuvieron su nivel o desmejoraron sus resultados. Estos hallazgos sugieren que la metodología utilizada fue efectiva, aunque también indican la necesidad de ofrecer apoyo adicional a aquellos que no lograron progresar. Este estudio se considera una prueba piloto para un proyecto más amplio que evaluará a aproximadamente 600 estudiantes que comenzarán sus estudios el próximo año académico. Las conclusiones

destacan la importancia de fomentar el pensamiento computacional en la educación superior y proponen recomendaciones para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de estas competencias.

1. INTRODUCCIÓN

El pensamiento computacional se ha convertido en una habilidad esencial en la educación en los últimos años, especialmente en un mundo cada vez más digitalizado. Este enfoque no solo se limita a la programación, sino que abarca principios fundamentales como la descomposición de problemas, la abstracción, el reconocimiento de patrones y el diseño algorítmico (Wing, 2006). Dentro del marco del pensamiento computacional, la descomposición de problemas es una estrategia que consiste en dividir una situación compleja en partes más pequeñas que resulten manejables para su examen y resolución; la abstracción es un proceso mental que aísla las características esenciales de un objeto, proceso o situación; el reconocimiento de patrones es un proceso cognitivo que detecta similitudes y coincidencias entre la información obtenida y la almacenada en la memoria del individuo, para conseguir regularidades; y el diseño algorítmico consiste en establecer una secuencia lógica de pasos o instrucciones para resolver un problema. En la era digital, la capacidad de pensar computacionalmente se ha convertido en una habilidad esencial para navegar por un mundo cada vez más complejo y tecnológico. El pensamiento computacional, definido como la habilidad de resolver problemas de manera sistemática y eficiente de una manera que las soluciones puedan ser ejecutadas por un agente que procese la información (humano y/o electrónico) ha trascendido los límites de las disciplinas STEM y se ha posicionado como una competencia transversal indispensable en diversos ámbitos profesionales (Wing, 2006).

La integración del pensamiento computacional en los planes de estudio de educación superior ha sido objeto de creciente interés en los últimos años. Numerosas investigaciones respaldan la idea de que el desarrollo del pensamiento computacional no solo mejora el rendimiento académico en áreas relacionadas con la tecnología, sino que también fomenta habilidades cognitivas superiores como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la creatividad (Farias y Barone,

2023; Moreno_León et al., 2018). Autores como Tran (2019) afirman que el acceso temprano a lecciones de informática aumenta el pensamiento computacional y la aplicación de conceptos de codificación a la vida cotidiana promoviendo habilidades sociales como la colaboración, la persistencia, la abstracción y la creatividad.

Nouri et al. (2020) afirman que las habilidades de pensamiento computacional desarrolladas a través de la programación incluyen conceptos, prácticas y perspectivas computacionales, así como habilidades cognitivas, lingüísticas, colaborativas y de resolución creativa de problemas. Según Buitrago-Florez et al (2020) un enfoque sociocultural, que involucra estrategias pedagógicas activas y procesos reflexivos, puede involucrar a los estudiantes universitarios en el desarrollo del pensamiento computacional y promover competencias clave como el trabajo en equipo, las habilidades de comunicación y la creatividad. De acuerdo con Valverde et al. (2015) “el pensamiento computacional es una competencia compleja de alto nivel, relacionada con un modo de conceptualización propio de los seres humanos para desarrollar ideas, vinculada con el pensamiento abstracto-matemático y práctico-ingenieril aplicable en muchos aspectos de la vida diaria”, de modo que no está vinculado necesariamente a carreras tecnológicas y luce ventajoso en un mundo que exige individuos con plasticidad intelectual para responder a los cambios.

En este contexto, las instituciones educativas han asumido el desafío de adaptar sus currículos para incluir asignaturas que promuevan el desarrollo del pensamiento computacional. Este tipo de pensamiento puede mejorar el rendimiento académico de los estudiantes en los campos STEM al introducirlo en cursos introductorios para carreras relacionadas con la informática y también aquellas no relacionadas con la informática (Fernández et al., 2018). La Universidad Metropolitana se destaca como un caso de estudio interesante, ya que ha implementado diversas reformas curriculares a lo largo de su historia con el objetivo de formar profesionales competentes y adaptados a las demandas del siglo XXI. Un claro ejemplo fue la reforma curricular llevada a cabo en 2010, cuando se hizo una revisión y modificación de todos los planes de estudios y perfiles de egresados, acompañado por el cambio organizacional de un esquema semestral a uno trimestral. Se reformuló el modelo educativo declarando la intención de ir gradualmente a un

sistema de formación basado en competencias (Curci, et al., 2016) e incorporando varios ejes transversales de formación. Uno de estos ejes se refería a Gestión de la Información, incluyendo dos asignaturas llamadas Tecnologías para el Aprendizaje y Técnicas de Gestión de la Información (Bello & Certad, 2017). Ahora, varios años después, la Universidad entra en una nueva reforma curricular con una profunda revisión del área de estudios iniciales incluyendo cambios en el número de asignaturas, sus propósitos y programas. Entre las asignaturas que han sido sustituidas se encuentran las del eje de Gestión de la Información, y una de las recién incluidas desde septiembre de 2022 se denomina Pensamiento Computacional (Unimet, 2022).

El desarrollo del pensamiento computacional ha adquirido una relevancia creciente en el ámbito educativo, debido a que el computador se ha constituido en una herramienta indispensable en todas las disciplinas del saber. Más aún, muchos investigadores sostienen que el desarrollo del pensamiento computacional coadyuva al reforzamiento de aspectos ligados al proceso de razonamiento, tales como pensamiento lógico, la resolución de problemas, el pensamiento divergente, el diseño y comprensión de sistemas, la heurística, la capacidad de abstracción, la identificación de relaciones causa-efecto a través de aproximaciones sucesivas y la sinéctica como base del trabajo en equipo; aspectos que deben moldear el perfil de los egresados de todas las carreras de la Universidad Metropolitana.

En el desarrollo del pensamiento computacional, la enseñanza de la programación se constituye en una herramienta efectiva, y si bien en este caso el computador es el instrumento fundamental, es imperativo ponderar que las experiencias de aprendizaje generadas favorecen competencias que trascienden el simple hecho de adquirir experticia en el manejo de dispositivos, y se dirigen más bien al cultivo de aquellas que son altamente valoradas en ámbito laboral independientemente del área conocimiento. En este contexto, la nueva asignatura pretende brindar herramientas que permitan el refuerzo de las competencias de solución de problemas y el trabajo en equipo desde una perspectiva fundamentada en la gamificación, el constructivismo y el aprendizaje colaborativo.

La incorporación del pensamiento computacional en todos los planes de estudio de esta universidad representa un paso significativo hacia la consolidación de un modelo educativo innovador y pertinente.

En este contexto, el presente estudio realizado con estudiantes universitarios cursantes de la asignatura Pensamiento Computacional, se centra en evaluar el dominio de los principios fundamentales mencionados. A través de un diseño experimental, se busca determinar el impacto de la enseñanza de estos principios en el rendimiento de los estudiantes, proporcionando así una base para futuras investigaciones y prácticas educativas. Este estudio se considera una prueba piloto del proyecto de investigación que tiene como objetivo determinar el impacto producido por la incorporación de esta asignatura en el desarrollo del PC en estudiantes de estudios iniciales de la Universidad Metropolitana.

2. MÉTODO

El estudio realizado fue de tipo analítico, sin manipulación de variables. El nivel de la investigación fue descriptivo y se utilizó un enfoque cuantitativo a través de la aplicación de un cuestionario. La población la conformaron 56 estudiantes distribuidos en dos secciones de la materia Pensamiento Computacional, que se imparte en el primer trimestre de todas las carreras de la universidad. La muestra estuvo conformada por 42 estudiantes que respondieron el cuestionario en los dos momentos de aplicación. Se utilizó un instrumento (cuestionario) previamente validado por Román González (2016), el cual pretende medir el dominio de los cuatro principios básicos del pensamiento computacional: descomposición de problemas, abstracción, reconocimiento de patrones y diseño algorítmico desde la visión de la codigoalfabetización del estudiante. El cuestionario está conformado por 28 ítems de selección simple, con cuatro opciones de respuesta y solamente una correcta. Estos ítems no presentan una relación directa con cada uno de los principios de PC. Aunque los distintos ítems de la prueba gozan de cierta independencia entre sí, todos descansan sobre un factor común: el desarrollo del pensamiento computacional.

La aplicación se realizó en dos momentos: el primer día de clases y el último día de clases. Se registraron las respuestas correctas, parcialmente correctas e incorrectas de los estudiantes en ambas evaluaciones. Los resultados fueron analizados estadísticamente para determinar si hubo mejoras significativas a lo largo del curso observando el resultado de la prueba de cada estudiante en los dos momentos de su aplicación.

Esta primera implementación de la asignatura tuvo como consignas orientadoras para procurar la apropiación de los principios del pensamiento computacional: el trabajo colaborativo y el aprendizaje a través de proyectos. Una de las estrategias utilizadas fue la incorporación de actividades gamificadas. Las clases se impartían en laboratorios de computación donde cada estudiante tenía asignado un computador. En algunas clases se realizaron actividades interactivas utilizando los teléfonos inteligentes con herramientas tales como Quizziz, Mentimeter o Kahoot. Los proyectos se desarrollaron utilizando un lenguaje de programación orientado a la programación de bloques.

3. RESULTADOS

Los resultados del estudio revelaron que el 64,3% de los estudiantes mejoraron su rendimiento. Este hallazgo es consistente con estudios previos que sugieren que la enseñanza estructurada de estos principios favorece el desarrollo de las competencias asociadas a los mismos y puede llevar a un aumento significativo en el rendimiento estudiantil (Brennan & Resnick, 2012). Además, el 14,3% de los estudiantes mantuvieron constante su nivel de desempeño, lo que podría indicar que una proporción considerable de la clase logró consolidar sus conocimientos.

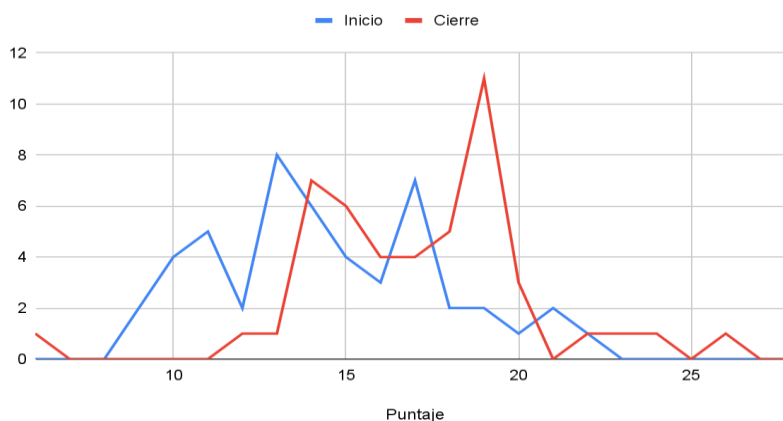
Tabla 1

Comparación de los resultados de la aplicación del instrumento al inicio y al final del curso

RESULTADO	N	%
MEJORA	27	64,29%
IGUAL	6	14,29%
DESMEJORA	9	21,425

Figura 1

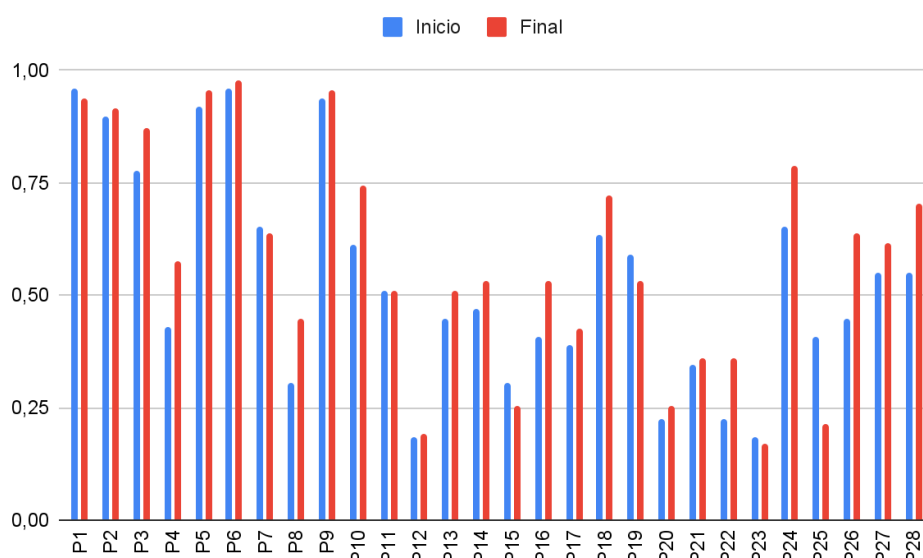
Distribución del puntaje en los cuestionarios



Es importante destacar que la mejora en el rendimiento no solo se refleja en el número de respuestas correctas, sino también en la interpretación de los indicadores asociados a las mismas. Los estudiantes demostraron una mayor capacidad para descomponer problemas complejos en partes manejables y para identificar patrones en situaciones diversas. Estos resultados sugieren que la metodología utilizada en la enseñanza del PC fue efectiva y que los estudiantes están desarrollando habilidades transferibles que pueden aplicarse en diversas disciplinas.

Figura 2

Tasa de aciertos, al inicio y al final



Sin embargo, también el porcentaje de estudiantes (14,29%) que mantuvo un rendimiento constante puede interpretarse como una oportunidad para ajustar las estrategias de enseñanza y proporcionar un apoyo adicional a aquellos que no lograron mejorar o que desmejoraron su resultado. Es fundamental considerar las diferentes trayectorias de aprendizaje de los estudiantes y adaptar las metodologías para atender a la diversidad en el aula.

Al cruzar la variable Resultados con la variable género se obtienen los siguientes valores:

Tabla 2

Resultados vs Género

	Desmejora	Igual	Mejora	Total
Femenino	12%	2,4%	33,3%	47,7%
Masculino	9,4%	11,9%	31%	52,3%
Total	21,4%	14,3%	64,3%	100%

De un total de 20 estudiantes de género femenino y 22 estudiantes de género masculino, mejoran el rendimiento en la prueba el 70% de las mujeres y el 59% de los hombres; y lo desmejoraron, el 25% de las mujeres y el 18% de los hombres. El resto, en cada grupo, lo mantuvo igual. Con estos resultados no es posible conjeturar la vinculación entre el género y estas evaluaciones.

Una de las preguntas consultaba al estudiante sobre su condición al cursar la materia ofreciendo tres opciones de respuesta: 1.- estoy cursando la materia por primera vez 2.- Inscibí la materia anteriormente y la reprobé y 3.- Inscibí la materia anteriormente y la retiré.

El rendimiento académico de los estudiantes universitarios que reprueban materias es un tema de gran interés en la investigación educativa. Diversos estudios han analizado los factores que influyen en el éxito o fracaso académico, así como las estrategias para predecir y mejorar el rendimiento de los estudiantes. La atención emocional, las metas de aproximación al rendimiento y la autoeficacia motivacional son factores importantes para predecir el éxito o el fracaso académico en los estudiantes universitarios (Gilar-Corbí et al., 2020). En el presente estudio sólo el 10% de los estudiantes había reprobado anteriormente la asignatura. De este 10%, el 75% mejoró su calificación y el 25% se mantuvo igual, lo cual contradice la premisa de que generalmente los estudiantes que reprueban se desmotivan y tienden a mantener un bajo rendimiento.

En el estudio que nos ocupa se observa que el 95,24% de los estudiantes aprueban el cuestionario y solo el 4,76% reprueba manteniendo una distribución como se muestra en la tabla 3.

En la Tabla 4 se despliega la distribución por género de los estudiantes según su condición: 1.- Estoy cursando la materia por primera vez 2.- Inscibí la materia anteriormente y la reprobé y 3.- Inscibí la materia anteriormente y la retiré, de acuerdo al resultado de mejora, igual o pierde que se reportó anteriormente.

Tabla 3*Distribución de calificaciones en base al puntaje obtenido sobre 28 pts.*

Distribución pts	%
0 a 7	2,38%
8 a 13	2,38%
14 a 20	83,33%
21 a 28	11,90%

Tabla 4*Distribución según el género de los estudiantes en cada condición según su resultado en la prueba*

	Mejora			Pierde			Igual		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
M	11	2	0	4	0	0	5	0	0
F	13	1	0	4	0	1	0	1	0
*M	50,00%	9,09%	0,00%	18,18%	0,00%	0,00%	22,73%	0,00%	0,00%
*F	65,00%	5,00%	0,00%	20,00%	0,00%	5,00%	0,00%	5,00%	0,00%

** cálculo sobre la base de la cantidad por género*

De estos resultados se puede obtener una visión interesante ya que al tener una distribución del 47,62% de mujeres y el 52,38% de hombres, se podría afirmar que las mujeres obtienen levemente mejores resultados que los hombres.

4. DISCUSIÓN

En el contexto contemporáneo, la enseñanza y la evaluación del pensamiento computacional, en general, en la educación superior son importantes ya que las habilidades tecnológicas son fundamentales en las distintas profesiones. (Brennan & Resnick, 2012). Los resultados del estudio presentado muestran que el 64.3% de los alumnos mejoraron sus habilidades en la prueba y, como se mencionó antes, esperamos que fortalezcan las habilidades relacionadas en sus programas de estudio. Por lo tanto, en este caso, se puede afirmar que la metodología de enseñanza es adecuada.

No obstante, también es importante destacar que el 14.3% de los estudiantes pudo mantener su rendimiento, lo que implica que hay diferencias en las trayectorias de aprendizaje. Por lo tanto, ello llama a la necesidad de desarrollar estrategias pedagógicas que aborden las diferencias de capacidad y ritmo en el aula de clases. Respecto a la necesidad de generar atención a la diversidad, los académicos afirman que la diversificación del aprendizaje es clave para promover el potencial de todos los estudiantes. (Gilar-Corbí et al., 2020). Por ende, es recomendable ofrecer apoyos adicionales para aquellos estudiantes que no lograron continuar su aprendizaje, lo que aseguraría una experiencia educativa inclusiva y equitativa.

La integración del PC en los programas universitarios no solo incentiva un mejor rendimiento académico en los campos relacionados con oportunidades tecnológicas, sino que también da lugar a habilidades cognitivas avanzadas, efectivas para la vida, como la resolución de problemas y el pensamiento crítico. (Farias & Barone, 2023; Moreno-León et al., 2018). De hecho, en un entorno laboral dominado por cada vez mayores niveles de complejidad y competencia, estas últimas pueden considerarse aspectos vitales. Por último, la utilización de metodologías activas, comúnmente a través de la gamificación y el aprendizaje colaborativo ha resultado ser eficaz en superar un entorno educativo monótono y aburrido, promoviendo un ambiente educativo más dinámico y participativo. (Nouri et al., 2020).

5. CONCLUSIONES

En general, este estudio proporciona evidencia empírica para demostrar la eficacia de los cursos de Pensamiento Computacional en la Universidad Metropolitana. Los hallazgos muestran que la mayoría de los estudiantes lograron un progreso significativo, lo que sugiere que los cursos de este tipo deben agregarse a los currículos universitarios. Sin embargo, es igualmente importante recordar la necesidad de considerar las diferencias individuales y adaptar las recomendaciones educativas para satisfacer las necesidades de todos los estudiantes. Adicionalmente, sería interesante que futuras investigaciones expandan el tamaño de la muestra y evalúen la efectividad a largo plazo del pensamiento computacional en diferentes disciplinas académicas. En general, la promoción del Pensamiento Computacional no debe ser simplemente una moda, sino una necesidad urgente dado el mundo moderno y las nuevas oportunidades y desafíos que presenta.

Este estudio puede considerarse como una prueba piloto de un proyecto más amplio que tiene como objetivo evaluar el desarrollo del pensamiento computacional en un grupo de 600 estudiantes de nuevo ingreso. Los resultados obtenidos en este estudio inicial son alentadores y sugieren que la implementación de estrategias de enseñanza centradas en el PC puede tener un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes.

Para futuras investigaciones, podría ser recomendable:

- Ampliar la muestra: Incluir un mayor número de secciones para obtener resultados más representativos y generalizables.
- Diversificar los instrumentos utilizados: Utilizar otros instrumentos tales como grupos focales, observación del grupo o entrevistas individuales aleatorias para capturar de manera más integral el desarrollo de las competencias de pensamiento computacional. Igualmente revisar los resultados provenientes de la evaluación continua con la misma finalidad.
- Indagar lo que ocurre con los alumnos que no mejoran su rendimiento en la prueba: ¿qué factores pueden estar influyendo? ¿se trata de la estrategia de enseñanza, se trata de un tema de hábitos de estudio, se trata de desmotivación o de autopercepción limitante (por ejemplo, los que piensan

que esta asignatura no está indicada para los programas de las ciencias sociales o jurídicas)?

- Investigación Longitudinal: Realizar un seguimiento a largo plazo del desarrollo de estas competencias en los estudiantes, para evaluar la sostenibilidad de los aprendizajes adquiridos. Por ejemplo, realizar el seguimiento del desempeño de los estudiantes en la asignatura, durante seis trimestres consecutivos, para comparar los resultados de las distintas cohortes y explorar comportamientos estacionales relacionados con los procesos de admisión en la universidad.
- En cuanto a las estrategias utilizadas, es apropiado trabajar en el desarrollo de programas de mentoría u otro tipo de apoyo, además de las estrategias de aprendizaje activo utilizadas en caso de que los estudiantes no puedan mejorar; en general, es relevante proponer diferentes enfoques para asegurarse de que todos los estudiantes tengan la posibilidad de evaluar sus habilidades.

El pensamiento computacional es una competencia fundamental que la educación superior puede apoyar y promover. Por tanto, el presente estudio puede considerarse como una buena base para seguir trabajando en la tarea de investigación anteriormente discutida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bello, M.E., & Certad, P. (2017). *Una visión de la transversalidad en la Universidad Metropolitana*. Universidad Metropolitana. Caracas Venezuela.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association. [https://www.researchgate.net/publication/265797241 New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking](https://www.researchgate.net/publication/265797241_New_frameworks_for_studying_and_assessing_the_development_of_computational_thinking)
- Buitrago-Florez, F., Danies, G., Tabima, J., Restrepo, S., & Hernández, C. (2020). Designing a Socio-Cultural Approach for Teaching and Learning Computational

Thinking. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 15, 106-124.
<https://doi.org/10.18261/issn.1891-943x-2020-02-03>

Curci R.; González, A., & Silva, R. (2016). *Hacia una conceptualización de las competencias en la Unimet*. Universidad Metropolitana. Caracas Venezuela.

Farias, A. & Barone, D. (2023). Computational thinking through an online game to develop soft and hard skills. 2023 32nd Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information *Engineering (EAEEIE)*, 1-6. <https://doi.org/10.23919/EAEEIE55804.2023.10181711>

Fernández, J., Zúñiga, M., Rosas, M., & Guerrero, R. (2018). Experiences in Learning Problem-Solving through Computational Thinking. *J. Comput. Sci. Technol.*, 18, 15. <https://doi.org/10.24215/16666038.18.E15>

Gilar-Corbí, R., Pozo-Rico, T., Castejón, J., Sanchez, T., Sandoval-Palis, I., & Vidal, J. (2020). Academic Achievement and Failure in University Studies: Motivational and Emotional Factors. *Sustainability*, 12(23), 9798
<https://doi.org/10.3390/su12239798>

Moreno-León, J., Román-González, M., & Robles, G. (2018). On computational thinking as a universal skill: A review of the latest research on this ability. 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 1684-1689.
<https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363437>

Nouri, J., Zhang, L., Mannila, L., & Norén, E. (2020). Development of computational thinking, digital competence and 21st century skills when learning programming in K-9. *Education Inquiry*, 11, 1 - 17.
<https://doi.org/10.1080/20004508.2019.1627844>

Román González, Marcos (2016) *Codigofabetización y pensamiento computacional en Educación Primaria y Secundaria validación de un instrumento y evaluación de programas*
<https://portalcientifico.uned.es/documentos/5e1863752999525aa4fac28d>

- Tran, Y. (2019). Computational Thinking Equity in Elementary Classrooms: What Third-Grade Students Know and Can Do. *Journal of Educational Computing Research*, 57, 3 - 31. <https://doi.org/10.1177/0735633117743918>
- Unimet (2022) Gaceta Académica N° 109. <https://www.unimet.edu.ve/wp-content/uploads/2022/06/Gaceta-acad%C3%A9mica-109-2022.pdf>
- Valverde, J., Fernández, M., & Garrido, M. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *RED-Revista de Educación a Distancia*, 46(3). [http://www.um.es/ead/red/46/valverde et al.pdf](http://www.um.es/ead/red/46/valverde_et_al.pdf)
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>

GUIA MAKER: PROJETO COLABORATIVO EM ESCOLA PÚBLICA PARA ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO INTRODUTÓRIO AO DESIGN

Raquel Leal Cunha Cruz Pereira

raquel.lccp@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1575-795X>

ESDI/UERJ (Brasil)

Noah Sampaio Carvalho

samcarvalho723@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-5617-2150>

ESDI/UERJ (Brasil)

RESUMEN

Este artigo relata uma experiência colaborativa entre a Escola Superior de Desenho Industrial (ESDI/UERJ) e o Colégio de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ), visando integrar graduandos de design ao ambiente escolar básico para desenvolver material didático sobre conceitos de design. Foi utilizado o enfoque processual "Duplo Diamante" (Design Council, 2024) para a organização das etapas do projeto em fases de "descobrir, definir, desenvolver e entregar". Além disso, teve como abordagem o Design Participativo (Camargo, 2014), por envolver estudantes, professores e pesquisadores na criação de estratégias de ensino-aprendizagem que incorporam o pensamento projetual. O Núcleo Design & Escola foi iniciado em 2019, com o intuito de imergir presencialmente no colégio, mas em 2020 foi adaptado devido à pandemia de COVID-19. Assim, o projeto foi transformado em um grupo de estudos remoto, em que foi estabelecido as bases teóricas utilizadas para trabalhos futuros por meio de uma cartografia digital. Após o retorno às atividades presenciais em 2022, o projeto resultou na colaboração efetiva entre ESDI e CAp-UERJ, culminando na elaboração e implementação do chamado "Guia Maker", um material didático desenvolvido pelos estudantes de design para as turmas do 9º ano do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio. Esse material introduz conceitos dos 4 eixos do Design propostos no Projeto Político Pedagógico do curso da ESDI (s.d.) — comunicação, interação, serviços e produto. Esse material foi testado em sala de aula, ministrado pelos estudantes de Design, em que proporcionou novos aprendizados para futuras adaptações do Guia Maker.

1. Introdução

Este artigo apresenta um relato de experiências e aprendizagens obtidas através da aproximação entre duas unidades da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), pela imersão de graduandos de design no ambiente escolar do ensino básico. Essa interação resultou na elaboração do “Guia Maker”, um material didático para introduzir conceitos básicos de design em turmas do Ensino Fundamental e Médio.

O Colégio de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ), fundado em 1957, é uma unidade de Educação Básica, em que é a única escola que oferece há mais de 40 anos disciplinas de Design no currículo escolar (Martins, 2016). Já a Escola Superior de Desenho Industrial (ESDI), fundada em 1962, é uma das primeiras instituições da América Latina a oferecer cursos de ensino superior em Design (Pires, 2002). Tanto o CAp-UERJ quanto a ESDI são unidades de ensino pertencentes à UERJ, com o Design pautado em seu currículo, entretanto não possuíam um histórico de atividades em conjunto.

Com essa lacuna existente, surge em 2019 o projeto de extensão “Design na Escola: articulações e fertilizações recíprocas entre ESDI/UERJ e CAp-UERJ”, orientado pela professora doutora Bianca Martins. O projeto visava desenvolver um mapeamento de oportunidades para ações conjuntas entre as duas instituições. A intenção foi promover práticas educativas e abordagens de ensino-aprendizagem que não só contribuíssem para a qualificação docente, mas também fomentar uma educação básica de qualidade.

Contudo, o início da pandemia por COVID-19 trouxe a necessidade do distanciamento social. Tudo o que foi planejado originalmente precisou ser ressignificado, já que foi inviável a imersão no ambiente escolar. Para seguirmos o plano de trabalho, repensamos a abordagem e atuação. Assim, a partir de março de 2020, mudamos nossas práticas para um grupo de estudos remoto, para debater propostas de pedagogos e designers que pudessem nos embasar para a proposição de ações de design nas práticas e atividades levadas para dentro dos ambientes escolares.

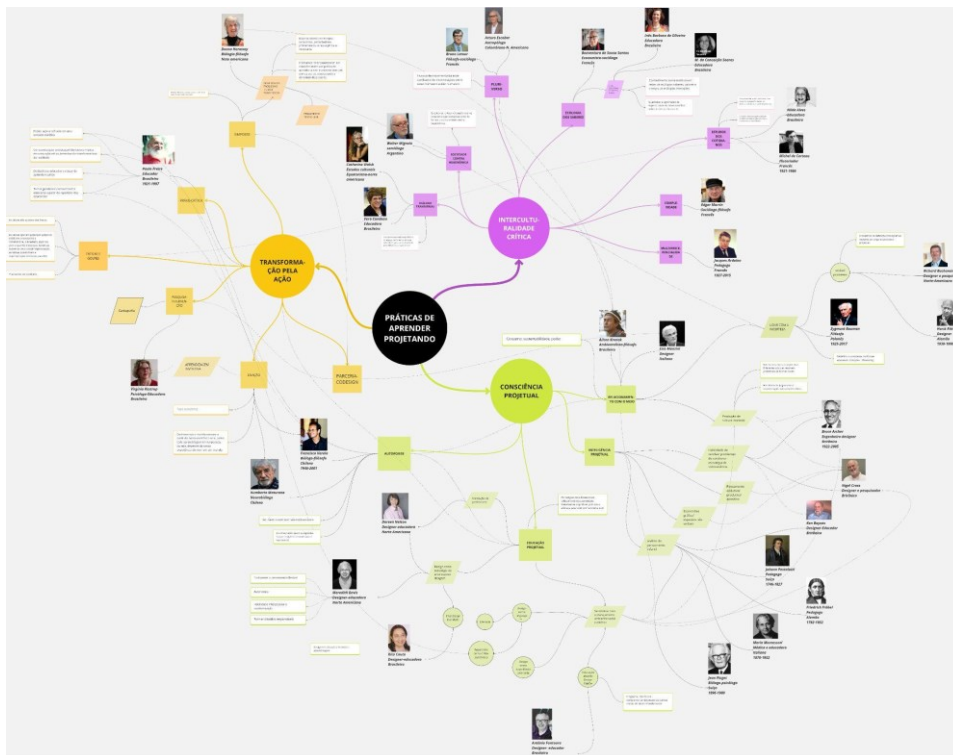
O grupo reuniu estudantes da graduação e pós-graduação, professores do ensino superior e básico. Tivemos o intuito de investigar estratégias de ensino-aprendizagem que integram Design e educação básica, promovendo abordagens que

exploram o uso do pensamento projetual em atividades que integram conhecimentos, procedimentos e afetos (Hack *et al.*, 2021).

Esse momento foi importante para fundamentação teórica de iniciativas que vieram após esse período. Assim, foi realizado coletivamente um repertório comum de conceitos e práticas de aprender-fazendo, em que buscamos procedimentos que explorem o uso de mão na massa e a prototipação como estímulo à aprendizagem (Martins, 2021). A seguir (Figura 1) pode ser visto uma cartografia dos autores e seus principais conceitos para nossos estudos.

Figura 1

*Cartografia digital de parentescos das práticas de aprender-fazendo*²³



Fonte: Núcleo Design & Escola ESDI/UERJ.

O momento de estudos de teorias e metodologias da pedagogia alinhada ao campo do design nos preparou para as atividades presenciais que ocorreriam no futuro. Dessa forma, em 2022, após retornar ao espaço físico pós-pandemia, pôde-se realizar a parceria efetiva com o CAp-UERJ, integrando a graduação em Design à

²³ Artefato de navegação digital. Para uma melhor visualização acesse: [<https://miro.com/app/board/o9J_1E9r6Oc=/>](https://miro.com/app/board/o9J_1E9r6Oc=/>). Acesso em: 29 de setembro de 2024.

educação básica. A parceria foi com a professora de design da escola, Lucimeri Ricas, em que resultou na elaboração de um material didático desenvolvido pela graduação da ESDI, e que posteriormente os estudantes do curso ministraram aulas para o colégio.

Nosso grupo se reúne periodicamente para discutir e alinhar práticas pedagógicas que o ensino do design pode proporcionar na Educação Básica pública. E, a partir dessas discussões, iniciamos o contato com o CAP-UERJ via uma pesquisa de campo com visitas imersivas semanais.

Este artigo aborda a atuação de estudantes de graduação da ESDI, engajados em um projeto de extensão da própria instituição, no contexto de uma escola pública no Rio de Janeiro. Serão apresentados relatos sobre a experiência imersiva no CAP-Uerj, sua contribuição na elaboração de material didático e a jornada de desenvolvimento do projeto.

2. Métodos

Para a organização das etapas do projeto, escolhemos o enfoque processual baseado no "Duplo Diamante", desenvolvido pelo Conselho de Design do Reino Unido (Design Council, 2024). Essa ferramenta facilita a estruturação do processo criativo e é fundamentada na ideia de pensamento divergente, que envolve abertura e exploração, e pensamento convergente, que envolve fechamento e definição.

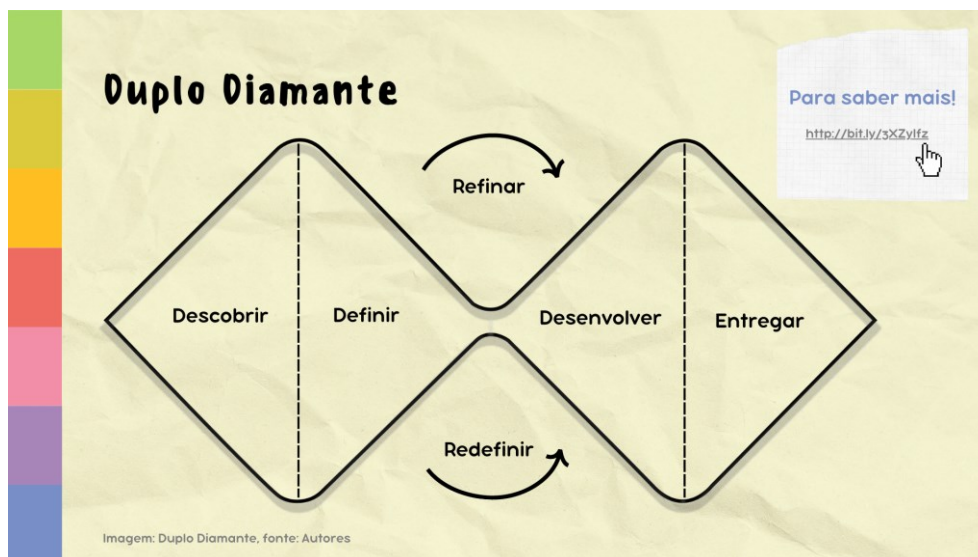
O "Duplo Diamante" estrutura o processo de design em quatro fases principais: "Descobrir", "Definir", "Desenvolver" e "Entregar". Durante a fase de "Descobrir", primeiro momento de pensamento divergente, há uma pesquisa teórica e de campo para reunir informações, em que visa entender o problema no seu contexto. Na fase seguinte, "Definir", essas informações são sintetizadas para que o problema principal seja identificado, sendo um momento de convergência no processo.

Após isso, a etapa de "Desenvolver", outro momento de abertura para exploração, testamos diferentes abordagens para o problema, incentivando a geração de ideias para ações e prototipagem, mais uma vez utilizando o pensamento divergente. Por fim, a fase de "Entregar" marca a convergência final, onde os protótipos são testados,

refinados e implementados. Como pode ser observado a seguir (Figura 2), o Duplo Diamante visualmente simboliza essa alternância entre a abertura e fechamento nas etapas do pensamento criativo.

Figura 3

Duplo Diamante representado no material didático



Fonte: Autores

Nesse sentido, os procedimentos foram organizados para explorar o tema, definir estratégias a partir dessa exploração, gerar alternativas dentro dessa estratégia e implementar abordagens. Dessa forma, abordamos problemas complexos de maneira estruturada e criativa.

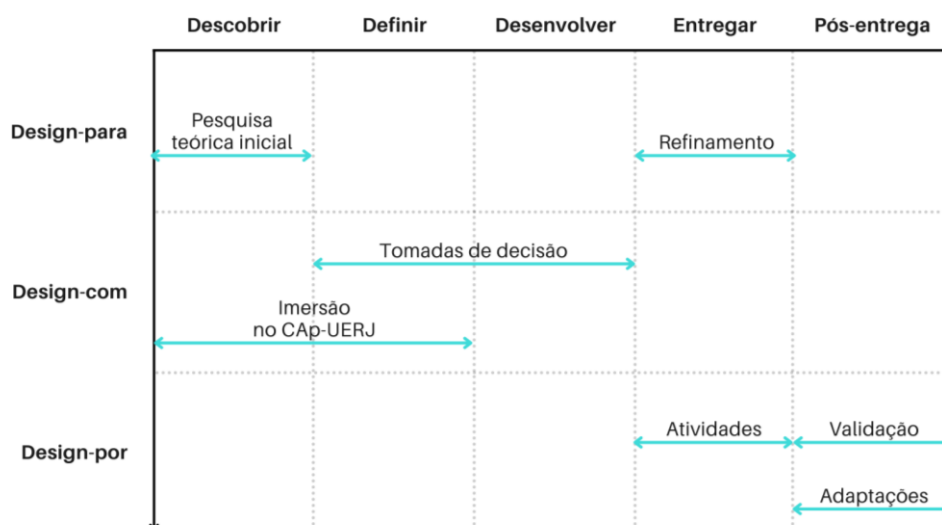
Além da organização do projeto, outro fator importante foi a colaboração entre as pessoas envolvidas, já que buscamos a interação direta entre pesquisadores, designers, professores da Educação Básica e alunos do CAP-UERJ. Assim, a abordagem principal do projeto, que influenciou as tomadas de decisão e o andamento das atividades, foi o Design Participativo. Esse enfoque se dá pela participação ativa do parceiro de projeto nas diferentes fases de desenvolvimento da pesquisa e execução do produto. Segundo Camargo (2014), o Design Participativo tem como foco a participação de várias pessoas na equipe de desenvolvimento, enquanto outras metodologias restringem apenas aos profissionais especializados.

Dentro de um projeto é possível variar o nível de intensidade de participação dos participantes, dependendo de cada estágio de trabalho e as estratégias escolhidas (Kaulio, 1998). Segundo o autor, existem diferentes formas de participação dos agentes interessados em um projeto, sendo esses:

- Design-para: a dinâmica do processo dá-se pelo estudo e análise do público alvo, sendo esse a fonte de conhecimento teórico para o desenvolvimento do projeto. Assim, a usuária final não tem participação direta no processo.
- Design-com: nessa abordagem, o público alvo tanto é fonte de conhecimento de estudo, quanto pode reagir e opinar quanto às suas preferências no projeto a partir de opções previamente definidas.
- Design-por: a própria usuária participa de forma ativa para elencar demandas e, ao mesmo tempo, também é a co-criadora de processos e resultados do projeto.

Figura 3

Adaptação do framework de Kaulio



Fonte: Autores

Durante todo o processo, a equipe de estudantes de design manteve contato constante com a professora Lucimeri, do CAP-UERJ, garantindo a realização de imersões em campo, sessões de ideação e tomadas de decisão conjuntas. Foram realizadas reuniões semanais com os professores do CAP-UERJ, além de

apresentações periódicas do progresso do projeto, com o objetivo de promover a participação ativa deles, auxiliando no desenvolvimento e nas adaptações necessárias até a sua conclusão. Esse processo colaborativo permitiu que o projeto fosse constantemente avaliado e aprimorado, integrando as perspectivas dos professores e assegurando que as soluções propostas estivessem alinhadas às necessidades e expectativas da instituição. Dessa forma, as contribuições dos docentes foram fundamentais para refinar as propostas e garantir um resultado final mais coerente com o contexto escolar da instituição.

3. Pensamento projetual e aprender projetando

O Núcleo Design & Escola tem como um de seus pilares os conceitos de “pensamento projetual” e “aprender projetando”, que se complementam. De acordo com Cross (1982), os designers desenvolvem uma “cognição projetual”, uma forma de pensar que integra o conhecimento de maneira ampla e interdisciplinar, ao invés de abordá-lo de forma fragmentada e isolada. Essa habilidade permite traduzir conceitos abstratos em objetos ou serviços concretos, destacando o valor do esboço, da prototipagem e da síntese gráfica de informações. O foco, nesse contexto, não está apenas no produto final, mas principalmente na ação e no processo criativo.

Martins e Emanuel (2022) definem “aprender projetando” como um processo de transformação de si e do mundo ao redor. Durante a aprendizagem, construímos problematizações sobre o que nos cerca e, ao resolver essas questões, o processo também nos modifica. Esse método educativo favorece uma perspectiva multidimensional, possibilitada pelo trabalho em equipe e colaborativo, promovendo a gestão e o planejamento de ações. Sendo interdisciplinar, ele aguça o senso estético e incentiva a criação de soluções ao transformar ideias abstratas em ações concretas e futuras, ativando a imaginação com um propósito específico (Martins, 2022).

4. RESULTADOS

4.1. Imersão no CAp-UERJ

A didática deve integrar teoria e prática de ensino, o que exige uma conexão entre aluno, professor, comunicação, organização e disciplina (Almeida *et al.*, 2023). Com essa perspectiva, estabelecemos como objetivo inicial a imersão na escola para compreender sua dinâmica e criar uma relação com alunos e professores, visando identificar a melhor forma de promover uma troca efetiva no processo pedagógico. Realizamos reuniões semanais para discutir reflexões combinadas com leituras pedagógicas, proporcionando embasamento e suporte à pesquisa.

O grupo estudou obras como “Aprender projetando como uma prática educativa insurgente: experiências do Grupo Design & Escola”, de Bianca Martins e Bárbara Emanuel, “*Designerly ways of knowing*”, de Nigel Cross, e “Educação como prática da liberdade”, de Paulo Freire.

Como o CAp-UERJ já oferecia uma disciplina optativa de design em seu currículo, passamos três meses observando, mapeando e identificando oportunidades para abordar questões projetuais nesse ambiente. Durante a fase de imersão, analisamos as atividades propostas na disciplina, a dinâmica entre professores e alunos, além da percepção dos estudantes em relação à matéria e ao ambiente de sala de aula. Como os alunos optaram por cursar essa disciplina, buscamos entender suas motivações e o que o design representa para eles.

Muitos alunos associaram o design ao ato de desenhar e exercer a sua criatividade, e essa foi a principal razão para se inscreverem na disciplina. Nesse sentido, a introdução ao material didático desempenha um papel crucial, ampliando a compreensão deles sobre o conceito de design e suas múltiplas dimensões.

4.2. Desenvolvimento do material didático

O planejamento de atividades e materiais didáticos visa criar estratégias e recursos que tenham como foco a contribuição de conhecimentos que incentivem a aprendizagem dos estudantes. Isso implica estabelecer objetivos educacionais

concisos, escolher métodos e recursos adequados, organizar a sequência das atividades e avaliar o processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, mantivemos contato frequente entre o grupo para alinhar as propostas e a orientação vinda da professora Lucimeri Ricas, responsável pela disciplina.

Após o período de imersão, percebemos uma lacuna existente: o currículo do CAP-UERJ abarcava somente o eixo de design gráfico. Em contrapartida, a ESDI possui uma formação multidisciplinar, com as áreas de comunicação, interação, serviços e produto. Com o aval da professora Lucimeri, tivemos como objetivo a introdução das diferentes atuações do design para as turmas escolares. Então, começamos a elaborar um material pedagógico de apoio, abordando teorias e práticas básicas de design nos diferentes eixos, além do habitual design gráfico que já tinham no currículo. Nos apoiamos nas definições dos quatro eixos propostos no Projeto Político Pedagógico do curso de Design da ESDI (s.d.) para a construção do protótipo. A definição do conteúdo foi realizada em colaboração com a professora Lucimeri, seguindo as diretrizes do currículo escolar.

- Comunicação:
Foca no desenvolvimento de produtos e sistemas destinados à transmissão e comunicação de informações, tanto em meios físicos quanto digitais, com características funcionais e estéticas;
- Produto:
Abrange as áreas de "projeto de produto" e "desenho industrial", voltadas para o desenvolvimento de objetos e sistemas físicos, considerando sua natureza, funcionamento, usabilidade e sustentabilidade, além de aspectos formais e mecânicos;
- Serviços:
Integra aspectos sociais, administrativos e econômicos para criar um projeto de serviço. Inclui dimensões gerenciais, logísticas e de planejamento estratégico, bem como seu funcionamento;
- Interação:
Área que investiga a experiência do usuário e a interação humano-

computador em sistemas interativos, sejam físicos ou virtuais, integrados a objetos, dispositivos ou ambientes computacionais.

Separamos a apresentação do material em formato de slides. Este formato foi definido porque o material seria exibido em uma TV para os alunos, além de ser facilmente adaptável para outros meios digitais e disponibilizado online para consultas posteriores. Vale ressaltar que o planejamento considerou a mutabilidade do material, para poder abarcar a diversidade dos alunos. Assim, o material permanece de livre acesso para que os educadores das escolas onde foi implementado possam fazer suas próprias adaptações, mantendo-o em um processo contínuo de testes com cada turma nova. A apresentação de cada eixo foi estruturada da seguinte forma:

- Capa;
- Debates sobre o “O que é design?”;
- Pequena definição do eixo;
- Definição de autores de referência na área;
- Áreas de atuação;
- Onde poderíamos encontrar esse tipo específico de design no dia a dia;
- Perguntas para engajar os estudantes a começarem a pensar;
- Proposta de atividade prática.

Figura 4

Algumas páginas do eixo de design gráfico



Fonte: Autores

Como estratégia para estimular o interesse pelas aulas, desenvolvemos atividades de mão na massa em cada eixo, com o objetivo de incentivar a participação ativa dos estudantes. Atividades em que o aluno está ativo e atuante podem motivá-lo a se tornar protagonista do próprio aprendizado, em conjunto com colegas e professores (Batista & Pereira, 2021). Esse conceito é fundamental para a abordagem de aprendizagem ativa, que envolve o esforço dos alunos em construir efetivamente seu conhecimento. Como apontado por Batista e Pereira (2021), em escolas tradicionais no Brasil, é comum os estudantes apenas seguirem instruções em sala de aula. Para assumir um papel mais ativo, eles precisam ser incentivados a discutir e debater, em vez de simplesmente escutar passivamente o docente.

4.3. Relato de experiência

Lorena Peña, graduanda da ESDI/UERJ, foi uma das bolsistas que atuaram no desenvolvimento deste projeto. Ela compartilhou um relato sobre sua experiência e suas percepções ao longo do processo, que pode ser vista a seguir:

Para mim foi algo muito bom no sentido de que foi uma experiência acadêmica onde tive contato tanto com uma professora da rede pública, que tem um nível acadêmico diferente do nível de uma professora doutora, como a Bianca. Então, consegui ter esse contato com outros níveis de formação na educação. Para mim, foi muito importante, muito bom, ter esses outros contatos. E senti que isso agregou e me deu uma noção de mundo real, sabe? Foi uma relação muito próspera de crescimento, porque a professora da escola estava nos acolhendo, abraçando nossa pesquisa e nos ajudando a crescer. Querendo que a gente se desenvolvesse, e conseguimos alcançar esse crescimento, sabe? Então, foi muito bom nesse sentido, de poder aprender com o mundo real, algo que mais faz falta na faculdade, que é o contato com o mundo real. A pesquisa acadêmica é uma área muito elitizada; você fica ali, em um círculo, pesquisando “ah, eu pesquiso tal coisa”, mas a prática no mundo real é o que mais falta. Então, a experiência no CAp-UERJ foi boa porque conseguimos ser expostos a situações reais e eu tive liberdade também para propor ideias, refletir e entender possíveis caminhos.²⁴

²⁴ O relato de Lorena Peña foi realizado em 2024 por meio de áudio em um aplicativo de conversas e transcrito.

Figura 5

Participação de estudantes de design nas atividades do projeto



Fonte: Autores

5. Considerações finais

A imersão nas aulas de design em um colégio público nos proporcionou uma experiência inicial rica em oportunidades de estudo e pesquisa pedagógica. Ao frequentarmos as aulas do 9º ano do Ensino Fundamental e do 1º ano do Ensino Médio, pudemos observar como as turmas apresentavam diferentes perfis e reagiam de maneira distinta às nossas visitas e à apresentação do material.

Ambas as turmas demonstraram receptividade e engajamento nas atividades propostas. No entanto, a turma do 9º ano participou de maneira mais esporádica, com algumas quebras de concentração ao longo das atividades. Por outro lado, a turma do 1º ano do Ensino Médio mostrou um envolvimento mais consistente e maduro, especialmente por já começarem a considerar o design como uma possível carreira após a conclusão do ensino médio.

Como lições aprendidas, destacamos o respeito à individualidade de cada estudante, enquanto consideramos as peculiaridades da turma na totalidade. A partir desse princípio, pensamos em como projetar adaptações baseadas na identidade da turma e de seus indivíduos, evitando estereótipos de idade e outros rótulos.

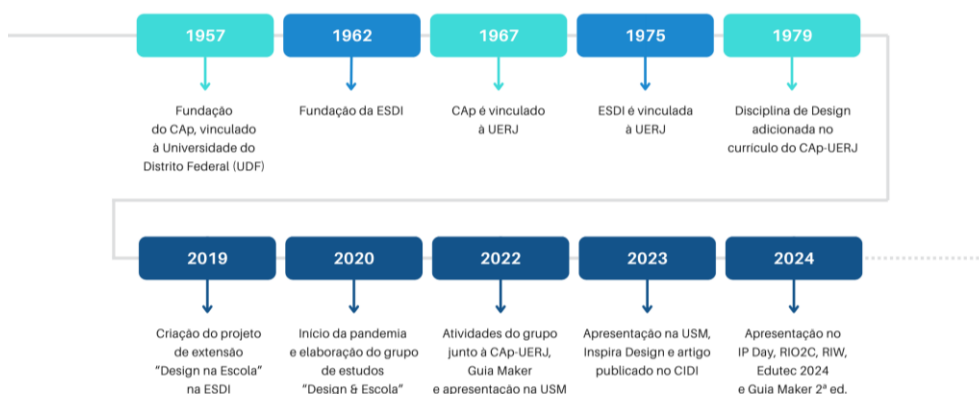
Estamos motivados a continuar pesquisando a intersecção entre design e educação, buscando entender como essa combinação pode ser uma poderosa ferramenta de desenvolvimento intelectual para crianças e jovens em formação. Levar adiante o material didático de introdução ao design é uma de nossas prioridades atuais,

explorando possibilidades de novas experiências em diferentes espaços de aprendizagem e para troca de conhecimento com outras pessoas.

Por fim, tivemos oportunidades enriquecedoras de divulgar esse projeto em diversos eventos e conferências. Ele foi apresentado no “Rio2C” (2024), destacando-se como uma inovação pedagógica; na feira “IP Day” (2024), do Centro Cultural Banco do Brasil (CCBB), com a temática “Propriedade Intelectual (PI) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) — Construir nosso futuro comum com inovação e criatividade”, onde contribuímos com exposições sobre design e educação; no “Rio Innovation Week” (2024), o maior evento de tecnologia e inovação da América Latina, contribuindo com palestras e apresentando os materiais desenvolvidos pelo Núcleo; no “Congresso Internacional de Design da Informação” (CIDI) (2023), como um artigo intitulado “Design de Informação para a Comunidade Escolar: o Material Didático como Agenciamento de Poderes, Saberes e Subjetivações”; no “Inspira Design UFF” (2023), evento de semana acadêmica de Desenho Industrial, que falamos do processo de imersão na escola; na “UERJ Sem Muros” (2022-2023), onde foi reconhecido por sua contribuição à comunidade acadêmica e educacional. Essas apresentações não só validaram a relevância do material, mas também ampliaram seu alcance e impacto no campo educacional.

Figura 6

Linha do tempo



Fonte: Autores

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, E. P. de O., Ferreira, M., & Santos, R. (2023). *Preparação pedagógica: Concepções para a prática educativa no Ensino Superior*. Editora Licuri. <https://editorallicuri.com.br/index.php/ojs/article/view/197/68>
- Batista, L., & Pereira, R. (2021). *Cápsula do tempo: Uma dinâmica pedagógica para desenvolvimento de comunicação afetiva professora-aluna* [Monografia, Escola Superior de Desenho Industrial, Universidade do Estado do Rio de Janeiro]. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Cross, N. (1982) *Designerly ways of knowing*. *Design Studies*, 3(4), 221-227.
- Design Council. (2024). *A study of the design process*. Design Council. <https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/the-double-diamond/>
- Emanuel, B., & Martins, B. (Eds.). (2022). *Design & escola: Projetando práticas de ensino-aprendizagem* (1ª ed.). PPDESDI.
- ESDI. (s.d.). *Projeto Político Pedagógico do curso de Desenho Industrial*. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. <https://www.esdi.uerj.br/design/graduacao/curso>
- Hack, J. N., Pereira, R., & Martins, B. (2021). *Contribuições do design de serviços às fragilidades da educação pública em contexto de ensino remoto por conta da pandemia por COVID-19*. Anais do 10º CIDI | Congresso Internacional de Design da Informação, 9(1), 577-592. <https://doi.org/10.5151/cidicongic2021-045-355231-CIDI-Educacao.pdf>
- Kaulio, M. (1998). *Customer, consumer and user involvement in product development: A framework and a review of selected methods*. *Total Quality Management*, 9(2), 141-149. <https://doi.org/10.1080/0954412989333>
- Martins, B. (2022) *Aprender projetando: Professores designers de práticas de ensino-aprendizagem*. 1 ed. 2AB editora.
- Martins, B. (2016). *O professor-designer de experiências de aprendizagem: Tecendo uma epistemologia para a inserção do design na escola* [Tese de doutoramento, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)]. <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/28205/28205.PDF>
- Martins, B. (2021). Repertório comum colaborativo de práticas de aprender-fazendo: Cartografando parentescos. Anais do 10º CIDI | Congresso

Internacional de Design da Informação, 9(1), 510–524. São Paulo: Blucher.

<https://doi.org/10.5151/cidicongic2021-040-355528-CIDI-Educacao.pdf>

Pires, D. B. (2002). *A história dos cursos de design de moda no Brasil*. *Revista Nexos: Estudos em Comunicação e Educação*, 6(9), 112.

IMPULSANDO LA ECONOMÍA PLATEADA: FOMENTO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL, PENSAMIENTO CRÍTICO Y COMPETENCIAS DIGITALES EN ADULTOS MAYORES

Clifton Eduardo Clunie

clifton.clunie@utp.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0002-6642-0900>

Universidad Tecnológica de Panamá

Sucel López-Hernández

sucel.lopez@utp.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0002-7154-5265>

Universidad Tecnológica de Panamá

RESUMEN

La economía plateada es crucial para el bienestar integral de los adultos mayores y el desarrollo sostenible de la sociedad. Esta investigación explora la interrelación entre el pensamiento computacional, el pensamiento crítico y las competencias digitales en adultos mayores, y su papel en la integración en esta economía emergente. Se estudiaron 53 adultos mayores participantes en programas de capacitación digital en la Ciudad de Panamá, afiliados a 3 asociaciones de jubilados. Se emplearon métodos mixtos para evaluar cómo estas habilidades mejoran su capacidad para utilizar tecnologías digitales.

Los hallazgos preliminares revelan que el pensamiento computacional no solo fortalece las competencias digitales, sino que también impulsa el desarrollo del pensamiento crítico. Se ha identificado una estrecha relación entre estas competencias y habilidades en adultos mayores, así como vínculos entre los principios del pensamiento computacional y las destrezas digitales. Esto ofrece una comprensión profunda de su impacto en la economía plateada. La investigación concluye que promover el pensamiento computacional y el pensamiento crítico es crucial para mejorar la autonomía, inclusión social y calidad de vida de los adultos mayores, facilitando así su integración y participación en la economía plateada.

1. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento acelerado afecta a todas las naciones, presentando retos y oportunidades para los sistemas laboral, sanitario y de seguridad social (Dueñas, 2024). Aunque se suele ver el envejecimiento como una carga social, la Economía Plateada lo redefine como una "oportunidad económica", desafiando la marginalización de los ancianos.

La Comisión Europea (2018) define la economía plateada como el mercado de bienes y servicios dirigidos a personas mayores, ofreciendo una oportunidad significativa en un mundo con una población envejecida. Este sector busca satisfacer las necesidades y demandas de los adultos mayores y ampliar su participación en la sociedad, fortaleciendo así las economías nacionales.

El sector educativo juega un papel clave en la economía plateada al colaborar en la creación de modelos de capacitación, talleres entre otros complementos de formación, además al promover el envejecimiento activo mediante el uso de soluciones tecnológicas. Jiménez et al. (2021a) señala que la digitalización, es un desafío esencial en la economía plateada, no obstante, esta puede ser abordada eficazmente a través del componente educativo.

Krzyminiewska (2019) destaca la importancia de las tecnologías innovadoras en la economía plateada, que incluye la industria plateada, la innovación social y la gerontotecnología. Harper (2016) subraya que anticipar el futuro de nuestra población es crucial para preparar la infraestructura necesaria y los recursos para el bienestar social. La salud, el bienestar, el turismo y el entretenimiento están evolucionando para atender las necesidades de los mayores, desde servicios de atención domiciliaria hasta actividades recreativas accesibles. Klein (2015).

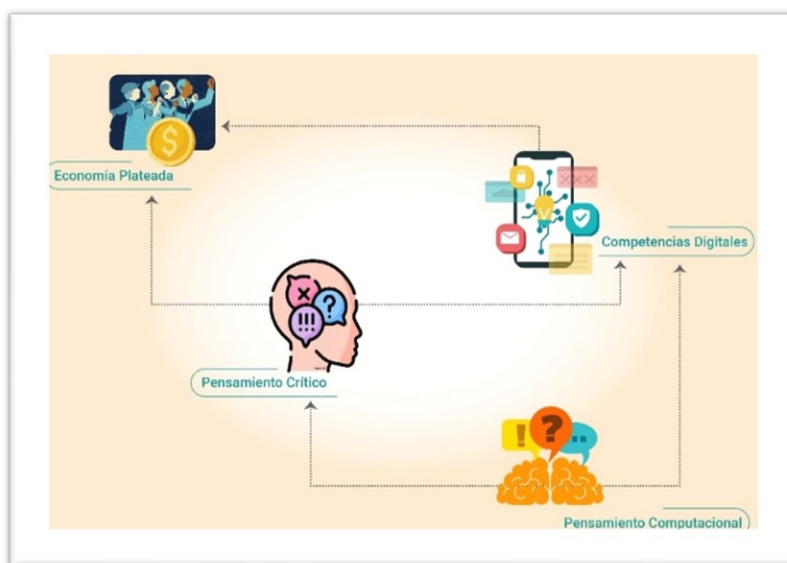
La innovación social en la economía plateada es fundamental para crear formas nuevas de participación y empoderamiento para los ancianos. Esto incluye programas comunitarios que fomenten la interacción social y oportunidades de empleo y voluntariado adaptadas a sus capacidades (Briñez, 2024; Figueroa et al., 2021).

La gerontotecnología, diseñada para apoyar a los adultos mayores, es un área valiosa de investigación. Huang & Oteng (2023) destacan cómo las tecnologías actuales, como dispositivos de monitoreo de salud y plataformas digitales, mejoran la calidad de vida de los mayores. Zambrano et al. (2024) añaden que las empresas están invirtiendo en soluciones como asistentes virtuales y casas inteligentes, abriendo nuevas oportunidades de negocio.

La economía plateada requiere que los adultos mayores desarrollen habilidades en las áreas de conocimiento, acción, identidad y convivencia, Díaz et al. (2020). Las Habilidades como el pensamiento computacional y crítico, y competencias digitales, son esenciales para integrar a los mayores en esta economía emergente (Ver Figura 1).

Figura 1

Relación entre Pensamiento Computacional, Pensamiento Crítico, Competencias Digitales y Economía Plateada



Fuente: Elaboración Propia

El pensamiento computacional incluye habilidades como la resolución de problemas y el análisis de datos, cruciales para interactuar con tecnologías innovadoras (Wing, 2006). El pensamiento crítico ayuda a evaluar y adaptar estas tecnologías para

satisfacer las necesidades de los mayores (Robles, 2019) y Gallistl et al. (2020) resaltan la importancia de identificar las habilidades tecnológicas necesarias para que los adultos mayores puedan beneficiarse de estas innovaciones promoviendo así su bienestar y autonomía y mejorando su calidad de vida.

El Parlamento Europeo y el Consejo emitieron el 18 de diciembre de 2006, emitieron recomendaciones sobre competencias clave para el aprendizaje permanente en Europa. Estas directrices buscaban definir cualificaciones esenciales para afrontar la globalización y la economía del conocimiento. Se identificaron ocho competencias clave, incluyendo la competencia digital, que es fundamental para el trabajo, el ocio y la comunicación en la era de la información. Esta competencia implica el uso seguro y crítico de las TIC para gestionar, producir, compartir información y colaborar en redes.

El concepto de alfabetización digital ha evolucionado de centrarse en el acceso a la tecnología a un enfoque integral. Ahora incluye el uso eficaz de herramientas digitales para gestionar recursos, construir conocimientos, expresarse en medios multimedia y comunicarse en diversos contextos Esteve y Gisbert (2013).

La integración del pensamiento computacional y crítico, junto con las habilidades digitales, facilita la inclusión y el empoderamiento de los mayores en una sociedad digitalizada. Jiménez et al. (2021b) revelan que en América Latina y el Caribe, el 11% de la población supera los 60 años, y Okumura et al. (2020) y Pestieau (2022) observan un aumento en la esperanza de vida debido a mejoras en los servicios básicos.

Martin et al. (2022) advierten que el envejecimiento poblacional y la reducción de las tasas de natalidad en América Central provocarán una creciente proporción de mayores, creando tensiones sociales y económicas. La ONU (2022) y la OMS (2019) predicen que esta región enfrentará el ritmo de envejecimiento poblacional más alto, desafiando sus ecosistemas económicos.

Es esencial impulsar iniciativas que fortalezcan las habilidades de los adultos mayores para integrarlos en la economía plateada. Este estudio examina cómo la

relación entre el pensamiento crítico, el pensamiento computacional y las competencias digitales favorece su inclusión.

2. MÉTODO

Para alcanzar el objetivo, se utiliza un enfoque mixto, comenzando con un estudio exploratorio que aborda las habilidades de pensamiento crítico, pensamiento computacional y competencias digitales en adultos mayores, junto con el conocimiento sobre la economía plateada. Posteriormente nos situaremos bajo un estudio descriptivo donde se pretende profundizar y caracterizar sobre la situación actual de los adultos mayores en estudio y el conjunto de habilidades requeridas para su integración en la economía plateada. El método de análisis que se empleará es comparativo, cuidando que los datos manipulados en el análisis conserven su rigor y validez, lo que consentirá establecer posteriores estudios entre las comparaciones propuestas. El estudio piloto presentado, admite sugerir futuras investigaciones post experiencia.

2.1 Objetivo de la investigación

Discutir las asociaciones entre las habilidades de pensamiento crítico originadas en el pensamiento computacional y las competencias digitales para la integración de los adultos mayores en la economía plateada.

2.2 Población y muestra

La población estuvo constituida por adultos mayores, que tengan 55 años o más, pertenecientes a tres asociaciones, ubicadas en La República de Panamá, Distrito de Panamá, corregimiento de Bethania. La muestra se obtuvo mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando 53 adultos mayores que cumplieran con los requisitos del estudio.

2.3 Pre- requisitos de la investigación

Para los efectos de esta experiencia los adultos mayores deben cumplir ciertas características dentro del estudio:

- Pertenecer de manera activa a alguna de las 3 asociaciones de adultos mayores.
- Su ubicación debe ser en el distrito de Panamá, Corregimiento de Bethania.
- Contar con dispositivo de comunicación de gama intermedia a alta
- Acceso a internet (Servicio de datos/Red wifi/otros).

2.4 Diseño de la investigación

El estudio utiliza un diseño de investigación de enfoque mixto de alcance exploratorio en su primera fase y posteriormente descriptivo, basado en la recopilación y análisis de datos obtenidos de experiencias anteriores, donde se aplicaron instrumentos y entrevistas estructuradas. La muestra está representada por 53 adultos mayores de 55 años o más.

2.4.1 Instrumento de Recolección de Datos

Se utilizaron cuestionarios desarrollados en otras experiencias, para realizar el análisis comparativo entre las habilidades de pensamiento computacional, el pensamiento crítico y las habilidades digitales. Clunie et al., (2023)

- Instrumento 1: El objetivo fue caracterizar a la población e identificar sus actitudes en el uso de la tecnología, la experiencia se realizó en dos etapas; uno de información demográfica y otro para conocer sus actitudes.
- Instrumento 2: El objetivo fue efectuar una primera exploración de las habilidades de pensamiento crítico de la población muestra para determinar sus habilidades para el proceso de alfabetización digital. En este instrumento se consideró un conjunto de habilidades asociadas al pensamiento crítico: análisis, resolución de problemas, metacognición, evaluación, mente abierta, interpretación, comunicación efectiva, análisis crítico reflexivo, inferencia, observación y deducción.

La vinculación de ambos instrumentos permitió realizar el análisis para el desarrollo de este estudio piloto. Además, en apoyo a la experiencia se realizó un seguimiento de actividades (sociales, culturales y económicas) realizadas por los adultos mayores en las diferentes asociaciones, de carácter observacional.

2.4.2 Comparación de variables

Para identificar el grado de atribución del conjunto de variables que participan en una decisión de inserción a la economía planteada por parte de los adultos mayores, fue necesario mostrar gráficamente las siguientes asociaciones:

- Asociación entre los pilares del pensamiento computacional y las habilidades de pensamiento crítico.
- Asociación entre los pilares del pensamiento computacional y las competencias digitales.
- Asociación entre las habilidades del pensamiento crítico y las competencias digitales.

La comparación inicial entre el pensamiento computacional y el pensamiento crítico es importante, como lo señala Wing (2006), el pensamiento crítico es una de las habilidades que fomenta la aplicación de los pilares del pensamiento computacional.

Basado en esta teoría de Wing, el análisis comparativo empleado en el estudio fue el de búsqueda de variaciones. La comparación empleada permitió ver la diversificación entre las variables y probó instaurar el principio de variación en el carácter o la intensidad de estas, consintiendo analizar diferencias sistemáticas observándolas en los resultados.

2.5 Consideraciones Éticas

Se garantizó la confidencialidad y anonimato de los participantes, su consentimiento informado y su participación voluntaria.

2.6 Limitaciones del Estudio

Dentro de las limitaciones metodológicas identificadas:

- El tamaño de la muestra: Debido al tamaño reducido de la muestra, puede implicar que los resultados no puedan generalizarse.
- El método de análisis: De acuerdo con los datos obtenidos, se puede encontrar otros métodos para el análisis comparativo de los parámetros que los sustentados en el estudio piloto.

Dentro de las limitaciones de los investigadores identificadas

- Falta de estudio en la temática: permitió identificar las brechas en este tópico de economía plateada.

3. RESULTADOS

La investigación recopiló datos de adultos mayores de 55 años en adelante, afiliados a tres asociaciones en Ciudad de Panamá. Esta muestra representativa permite analizar cómo las habilidades de pensamiento computacional, pensamiento crítico y competencias digitales fortalecen la economía plateada.

3.1 Análisis de la asociación entre las variables

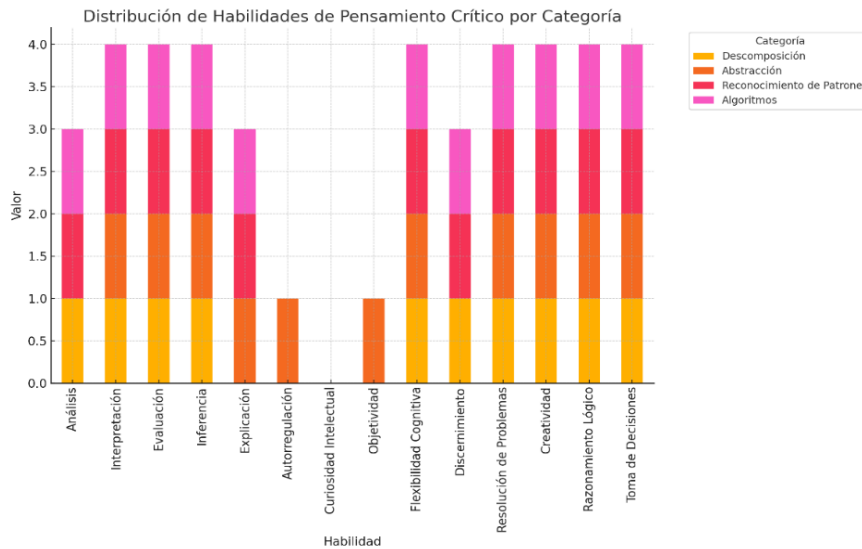
La Figura 2 indica valores que muestran el grado de asociación entre cada habilidad de pensamiento crítico y los diferentes pilares del pensamiento computacional. Los valores de asociación pueden interpretarse como 1: asociación perfecta positiva y 0: No hay asociación.

Habilidades, como autorregulación, curiosidad intelectual y objetividad, tienen una asociación débil con varios pilares, indicando que no tienen una fuerte relación con esos pilares del pensamiento computacional. Esto se debe al hecho de que estas habilidades están más enfocadas en el autoconocimiento, la motivación y la imparcialidad, áreas que son cruciales para el desarrollo personal y la toma de decisiones, pero no directamente aplicables a técnicas de pensamiento computacional. Según Goleman (1995), la autorregulación es esencial para manejar

nuestras propias emociones y comportamientos, lo cual es vital para el autoconocimiento y la motivación.

Figura 2

Distribución de Habilidades de Pensamiento Crítico



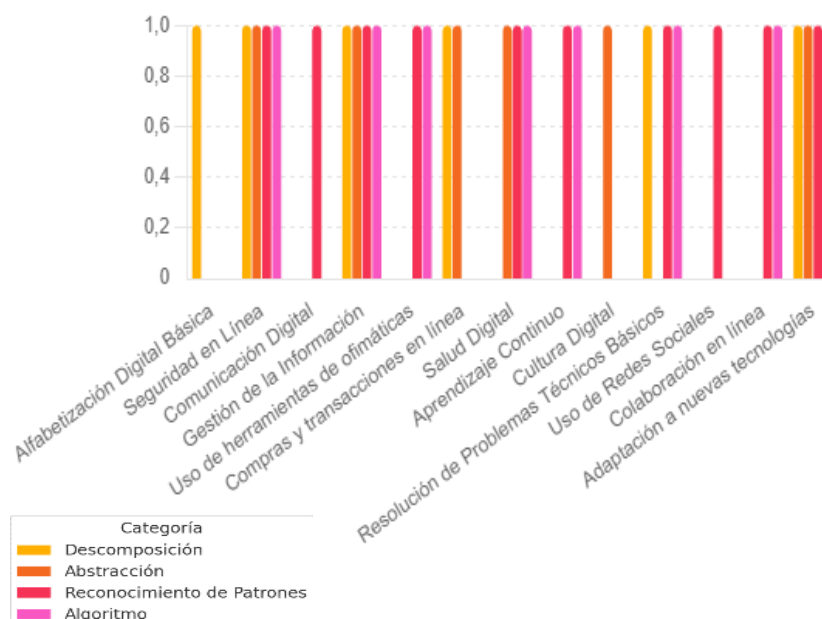
Fuente: Elaboración Propia

Habilidades como la interpretación, evaluación, inferencia, resolución de problemas, razonamiento lógico y toma de decisiones están fuertemente asociadas con los pilares del pensamiento computacional debido a su vínculo con procesos técnicos y sistemáticos. Martínez (2007) destaca que el pensamiento crítico, que incluye habilidades como la interpretación y evaluación, es clave en el análisis sistemático del pensamiento computacional. Esto apoya lo que Ennis (1987) define como pensamiento crítico, un proceso reflexivo esencial para la toma de decisiones y resolución de problemas.

La Figura 3 indica el grado de asociación de los pilares del pensamiento computacional con las competencias digitales.

Figura 3

Distribución de Habilidades de Competencias Digitales



Fuente: Elaboración Propia

Al analizar la asociación y el comportamiento de cada competencia digital en relación con los pilares del pensamiento computacional se pueden extraer varias conclusiones.

Las competencias digitales de los adultos mayores están fuertemente relacionadas con los cuatro pilares del pensamiento computacional: descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones y algoritmos.

La descomposición, que implica dividir problemas complejos en partes más manejables, es esencial cuando los adultos mayores aprenden a utilizar nuevas tecnologías como dividir el proceso de aprender a usar un smartphone en tareas más pequeñas y específicas (Wing, 2006).

La abstracción permite a los adultos mayores filtrar y organizar información digital eficientemente, como distinguir entre correos importantes y spam. El reconocimiento de patrones ayuda a identificar fraudes en línea o tendencias en redes sociales, útiles o perjudiciales (Martínez & Herrera, 2019). Los algoritmos,

esenciales para tareas digitales, guían en la configuración de dispositivos o el uso de software para crear documentos y realizar transacciones en línea.

Las competencias digitales, como la seguridad en línea, la gestión de información y la adaptación a nuevas tecnologías, requieren una combinación de habilidades de pensamiento computacional, tales como la descomposición de problemas, la abstracción, el reconocimiento de patrones y la creación de algoritmos. Estas habilidades son clave para que los adultos mayores protejan su información, gestionen datos eficientemente y se adapten a las innovaciones tecnológicas.

Competencias como el uso de herramientas de ofimática y la comunicación digital mejoran con el reconocimiento de patrones, optimizando la gestión de datos. En compras en línea, la descomposición facilita el proceso, y en salud digital, la abstracción ayuda a filtrar información relevante. El aprendizaje continuo se apoya en algoritmos para organizar el conocimiento lógicamente.

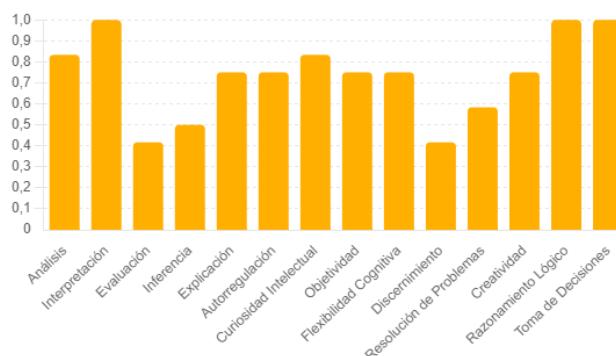
La alfabetización digital básica y la cultura digital requieren menos pensamiento computacional y más enfoques pedagógicos prácticos, basados en la repetición y la experiencia (Area Moreira, 2014). Mejorar las competencias digitales en los adultos mayores facilita su uso de la tecnología y refuerza su pensamiento computacional, ayudándolos a adaptarse y participar en la sociedad digital y la economía plateada.

La Figura 4 presenta una barra que representa el promedio de una habilidad específica de pensamiento crítico, mostrando el desempeño promedio de distintas habilidades en relación con las competencias digitales.

Las habilidades de pensamiento crítico como la interpretación, el razonamiento lógico y la toma de decisiones con asociación perfecta positiva son cruciales para los adultos mayores en relación con las competencias digitales.

Figura 4

Distribución de las habilidades del pensamiento crítico



Fuente: Elaboración Propia

La interpretación ayuda a los adultos mayores a comprender y evaluar la información digital, como interpretar interfaces y discernir entre información confiable y engañosa en línea (Sánchez & Gómez, 2020). El razonamiento lógico es clave para resolver problemas técnicos y tomar decisiones informadas sobre seguridad en línea y el uso de herramientas. La toma de decisiones informadas también es crucial, desde elegir tecnologías hasta gestionar la privacidad y participar en actividades digitales que mejoren su calidad de vida. Asimismo, se presentan otras habilidades de pensamiento crítico con valores inferiores a 1, las cuales también son relevantes, ya que son necesarias para el éxito en la competencia digital.

3.2 Análisis de la asociación entre las variables con la población muestral

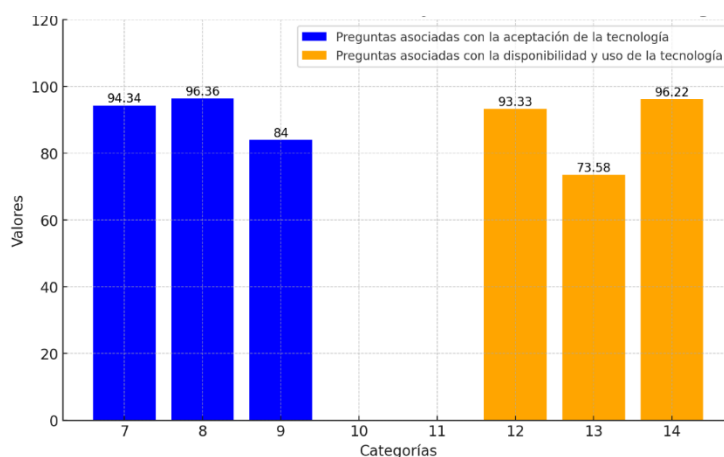
Basado en Clunie et al. (2023), en esta sección presentamos los hallazgos del comportamiento de las variables de pensamiento computacional, pensamiento crítico y las competencias digitales en la muestra de población de adultos mayores utilizada en la investigación.

La Figura 5 muestra que los adultos mayores tienen una actitud positiva hacia la tecnología, lo que impulsa el desarrollo de competencias digitales como el manejo

de dispositivos, uso de aplicaciones, navegación en internet y seguridad en línea para proteger su información personal y reconocer amenazas digitales.

Figura 5

Niveles de actitud de los adultos mayores en el uso de la tecnología



Fuente: Elaboración Propia

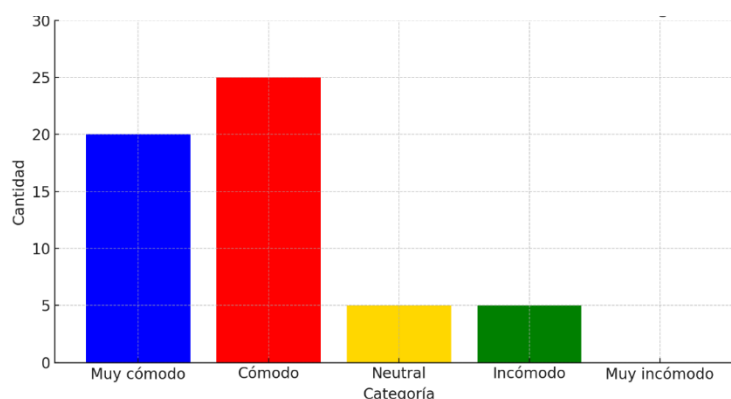
Una actitud positiva hacia la tecnología mejora la comunicación digital, facilita la gestión de información en la nube, fomenta el uso de herramientas ofimáticas, y permite realizar compras, gestionar la salud y acceder a recursos educativos en línea, integrándose así en la cultura digital.

La aceptación y uso de la tecnología en adultos mayores mejora su calidad de vida, fortalece sus competencias digitales, y les permite ser más independientes, conectados y activos en la economía digital.

En la Figura 6 se observa que la mayoría de los adultos mayores, alrededor del 84%, se sienten cómodos o muy cómodos utilizando tecnologías como celulares, computadoras y tabletas. Por otro lado, muy pocos adultos mayores, el 7%, se sienten incómodos usando la tecnología.

Figura 6

Distribución del nivel de confort en el uso de la tecnología



Fuente: Elaboración Propia

La percepción de un nivel de confort en el uso de la tecnología en adultos mayores está estrechamente relacionada con sus competencias digitales. A mayor competencia digital, es más probable que experimenten mayor confort y confianza al utilizar dispositivos y aplicaciones tecnológicas, facilitando su integración en la vida diaria y actividades económicas.

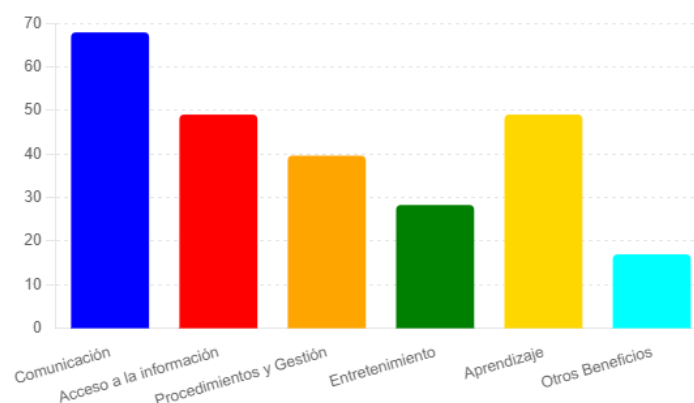
La Figura 7 muestra que los principales beneficios en el uso de la tecnología, los adultos mayores señalan como importantes: comunicarse con sus amigos y familiares, acceder a información y noticias actualizadas, aprender nuevas habilidades y conocimientos y realizar trámites con rapidez y eficacia. Por otro lado, consideran que el uso de la tecnología para entretenimiento no es importante, lo que implica una baja posibilidad de insertarse a la economía plateada en emprendimientos de tipo entretenimiento.

La elección de la comunicación con familiares y amigos como beneficio en el uso de la tecnología está asociada a la capacidad de toma de decisiones. Un adulto mayor, al comprender la importancia de mantenerse conectado con amigos y familiares, y elegir hacerlo a través de un medio tecnológico, está tomando una decisión informada y consciente sobre la mejor manera de mantener las relaciones interpersonales en un mundo cada vez más digital. Esta decisión implica considerar

diferentes factores, como la facilidad de uso de la tecnología, la accesibilidad, la eficiencia y la eficacia del medio en cuestión.

Figura 7

Beneficios en el uso de la tecnología



Fuente: Elaboración Propia

Otro beneficio que notan los adultos mayores en el uso de la tecnología es el acceso a información y noticias actualizadas, lo que implica tener la capacidad de evaluar la información. Acceder a información y noticias actualizadas es fundamental para mantenerse informado sobre el mundo que nos rodea. Para un adulto mayor, optar por acceder a esta información a través de un medio tecnológico implica evaluar y comprender que este medio puede ser la forma más efectiva y actualizada de obtener información. Esta habilidad también implica discernir la calidad y veracidad de la información obtenida, ya que en la era digital la información en ocasiones puede ser contradictoria o falsa.

Por otro lado, aprender nuevas habilidades mantiene la mente activa y ayuda a los adultos mayores a resolver problemas diarios. Adaptarse a la tecnología para este aprendizaje implica identificar problemas, analizar soluciones y elegir la más adecuada.

El uso de la tecnología impulsa competencias digitales y pensamiento computacional, esenciales en la economía plateada. Facilita la comunicación, el acceso a información y la gestión de tareas, promoviendo habilidades clave como la

descomposición de problemas, la abstracción y la creación de algoritmos, fundamentales para resolver problemas en un entorno digital.

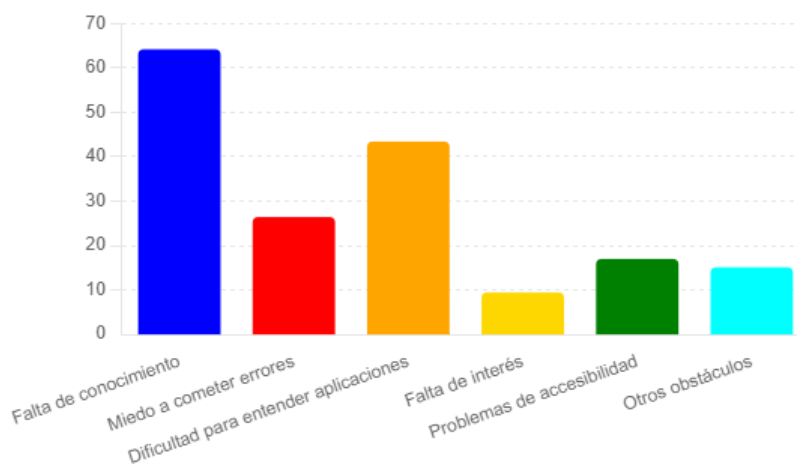
La adopción de tecnología es crucial para la economía plateada, mejorando la calidad de vida, independencia y conexión social de los adultos mayores, lo que reduce el aislamiento (Chen y Schulz, 2016). Además, les permite gestionar su salud, finanzas y actividades, participando activamente en la economía y sociedad digital.

Sin embargo, se pueden proponer actividades económicas para la economía plateada, como plataformas de capacitación en competencias digitales, servicios de soporte técnico a domicilio o en línea, plataformas de comunicación exclusivas para adultos mayores y aplicaciones para gestión y tramitación digital.

La Figura 8 revela que los adultos mayores enfrentan dificultades tecnológicas como falta de conocimiento, comprensión de aplicaciones y miedo a errores. El pensamiento crítico es esencial para superar estos desafíos y evaluar riesgos. Es crucial promover programas que combinen habilidades técnicas y pensamiento crítico.

Figura 8

Dificultades en el uso de la tecnología



Fuente: Elaboración Propia

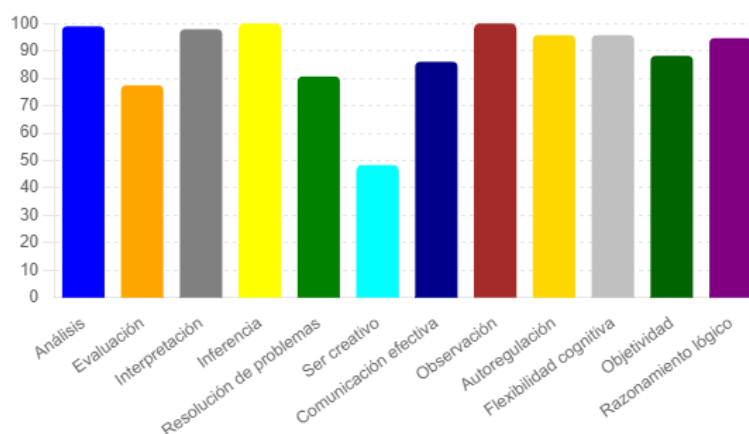
La Figura 9 refuerza que el pensamiento crítico mejora la resolución de problemas y la accesibilidad en el uso de la tecnología.

La habilidad de evaluación alcanzó un promedio del 77%, lo que sugiere margen de mejora. Según la literatura, esto podría deberse al deterioro cognitivo por la edad, la falta de familiaridad con la tecnología, la sobrecarga de información o la carencia de habilidades de pensamiento crítico.

Los resultados del estudio muestran que la capacidad de ser creativo fue valorada en un nivel bajo, 48%, lo que indica que esta capacidad tiene características muy especiales por ser diferente. Sin embargo, está muy relacionado con el pensamiento crítico, ya que al analizar los problemas y las soluciones desde diferentes perspectivas se pueden desarrollar soluciones más creativas e innovadoras.

Figura 9

Habilidades de Pensamiento Crítico



Fuente: Elaboración Propia

Medir el nivel de creatividad en un adulto mayor puede ser un proceso multifacético que involucra una serie de indicadores y herramientas. La literatura especializada recomienda la aplicación de pruebas psicométricas diseñadas para evaluar diferentes aspectos de la creatividad, como la fluidez de ideas, la originalidad, la flexibilidad y la elaboración (García & Morales, 2020). Sin embargo, en el caso de los adultos mayores de este estudio se pueden evaluar actividades creativas en la vida diaria, como pasatiempos, arte, escritura o resolución de problemas. Por eso

concluimos que la creatividad puede manifestarse de diferentes maneras en diferentes personas, y lo que es creativo para uno puede no serlo para otro.

Por lo tanto, consideramos que, para obtener un resultado más cercano a la realidad, es necesario utilizar una combinación de métodos y considerar el contexto individual de cada adulto mayor para obtener una evaluación más completa y precisa de su nivel de creatividad.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este estudio analizó cómo el pensamiento computacional, las habilidades críticas y las competencias digitales influyen en la economía plateada, identificando estrategias clave para su desarrollo sostenible. La investigación ofrece una visión integral que ayudará a responsables de políticas y empresas a tomar decisiones informadas para mejorar la calidad de vida de los mayores y generar beneficios económicos.

El análisis efectuado arrojó resultados contundentes que permitieron finiquitar la experiencia con las siguientes conclusiones:

- El pensamiento computacional y crítico son esenciales para la alfabetización digital de las personas mayores. Desarrollar estas habilidades les permitirá aprovechar la tecnología, mantener la mente activa y comunicarse eficazmente en un mundo digitalizado.
- Los adultos mayores del estudio mostraron un nivel satisfactorio en habilidades de pensamiento crítico, lo que facilita su inclusión digital y en la economía plateada. Un futuro estudio experimental podría analizar si este nivel se debe a su formación académica o profesional.
- El pensamiento computacional, crítico y las competencias digitales facilitan el uso efectivo de la tecnología, promoviendo una comprensión más profunda de sus implicaciones. Esto es esencial para que los adultos mayores puedan integrarse a la economía plateada.

- Fomentar el aprendizaje permanente en el desarrollo de competencias digitales en adultos mayores proporciona una mayor independencia financiera, permitiendo que el individuo participe de actividades sociales y se maneje dentro de un mercado más amplio para productos y servicios adaptados a sus necesidades, lo que contribuye al crecimiento de la economía plateada.
- Es importante mencionar que las relaciones realizadas entre variables son aproximaciones, siendo este un estudio piloto las cuales están fundamentadas en el análisis realizado a partir de las definiciones de los conceptos asociados a estas variables y la vivencia real de nuestra muestra objeto del estudio recabado mediante los instrumentos de evaluación utilizados.
- Es necesario para el logro de un aprendizaje permanente en los adultos mayores la creación de programas educativos pertinentes que respondan específicamente a sus demandas y necesidades, potenciando el pensamiento computacional y el pensamiento crítico, a través de estas experiencias, lo que resultará en competencias digitales más consistentes y duraderas.
- Los resultados de este estudio, en síntesis, podrían abrir la puerta a futuras innovaciones en el campo de la economía plateada y a otros estudios relacionados con la brecha digital existente en esta proporción de la población de adultos mayores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaro Agudo, A., González García, E., & Martínez-Heredia, N. (2020). Desafíos para una ciudadanía inclusiva: competencia digital entre adultos mayores y jóvenes. *Comunicação Mídia e Consumo*, 17(48), 11. <https://doi.org/10.18568/cmc.v17i48.2247>

- Area Moreira, M. (2014). Alfabetización digital y competencias informacionales. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 39.
- Briñez R, M.E. (2024). *Economía plateada. Una reflexión conceptual*. *Medicina*. 46, 1 (abr. 2024), 253–260. <https://doi.org/10.56050/01205498.2344>
- Comisión Europea, Dirección General de Redes de Comunicación, Contenido y Tecnologías, Varnai, P., Farla, K., Worthington, H. (2018). *The silver economy: final report: annexes*, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2759/338976>
- Clunie, C. E., Villarreal Cabuyales, Y., Morales Batista, M., González Jaén, E. E., López-Cabrera, V., & Pinel, A. (2023). *Pensamiento computacional: Estrategia clave para la inclusión digital de las personas mayores: Caso Betania*. Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología – APANAC, 133–140. <https://doi.org/10.33412/apanac.2023.3925>
- Czaja, S. J., Charness, N., Fisk, A. D., Hertzog, C., Nair, S. N., Rogers, W. A., & Sharit, J. (2006). Factors predicting the use of technology: Findings from the Center for Research and Education on Aging and Technology Enhancement (CREATE). *Psychology and Aging*, 21(2), 333–352. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.21.2.333>
- Díaz Dumont, Jorge Rafael, Ledesma Cuadros, Mildred Jénica, Rojas Vargas, Sofia, & Diaz Tito, Luis Pablo. (2020). Los cuatro saberes de la educación como formación continua en las empresas. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 19(19), 17-48. Recuperado en 05 de agosto de 2024, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2020000100003&lng=es&tlng=es.
- Dueñas, F. (2024). La revolución plateada: Alistando economías en la Perspectiva era del envejecimiento. *Revista Fasecolda*, (193), 60–66. Recuperado a partir de <https://revista.fasecolda.com/index.php/revfasecolda/article/view/979>
- Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching thinking skills: Theory and practice* ((pp. 9-26). W.H. Freeman.
- Esteve, F. y Gisbert, M. (2013). Competencia digital en la educación superior: instrumentos de evaluación y nuevos entornos. *Enlace Revista Venezolana de*

Información, Tecnología y Conocimiento, 10(3), 29-43.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4772632>

- Ferrari, A., Punie, Y., & Redecker, C. (2012). Understanding Digital Competence in the 21st Century: An Analysis of Current Frameworks. *En Lecture Notes in Computer Science* (pp. 79–92). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33263-0_7
- Figuerola, M., Aguirre, D., & Hernández, R. (2021). Asociación del deterioro cognitivo, depresión, redes sociales de apoyo, miedo y ansiedad a la muerte en adultos mayores. *Psicumex*, 11, 1–29.
- Gallistl, V., & Rohner, R. (2020). Configuring the older non-user - contexts and practices of technology non-use in later life. *Gerontechnology*, 19(s), <https://doi.org/10.4017/gt.2020.19.s.69998.2>
- Gisbert Cervera, M., Espuny Vidal, C., & González Martínez, J. (2011). INCOTIC. Una herramienta para la @utoevaluación diagnóstica de la competencia digital en la universidad. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 15(1), 75-90.
- Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ*. Bantam Books.
- Harper, S. (2016). "How Population Change Will Transform Our World." Oxford University Press.
- Huang, G., & Oteng, S. A. (2023). Gerontechnology for better elderly care and life quality: a systematic literature review. *European journal of ageing*, 20(1), 27. <https://doi.org/10.1007/s10433-023-00776-9>
- Jiménez, C., Requejo, J., Foces, M., Okumura, M., Stampini, M., & Castillo, A. (2021). *Silver Economy: A Mapping of Actors and Trends in Latin America and the Caribbean*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0003237>
- Klein, A. (2015). [Review of Envejecimiento en América Latina y el Caribe. Enfoques en investigación y docencia de la Red Latinoamericana de Investigación en Envejecimiento, by V. M. de Oca]. *Revista Mexicana de Sociología*, 77(4), 667–671. <http://www.jstor.org/stable/26383429>
- Krzyminiewska, G. (2019). Innovative Technologies in the Process of Development of the Silver Economy. En *Experimental and Quantitative Methods in*

- Contemporary Economics* (pp. 17–28). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-30251-1_2
- Martin, X., Vivanco, F., Okumura, M., Herrera, D., Gallagher, T., Peláez, P., & Navajas, S. (2022). Finanzas plateadas zona de no exclusión financiera.
- Martínez, M. (2007). *El pensamiento crítico: Fundamentos teóricos y aplicaciones educativas*. Asociación Filosófica Iberoamericana.
- Martínez, L., & Herrera, P. (2019). *Pensamiento computacional y competencias digitales en adultos mayores*. Editorial Innovación Digital.
- Okumura, M., Stampini, M., Buenadicha, C., Castillo, A., Vivanco, F., Sánchez, M. A., Ibararán, P., Castillo, P., En, L., Latina, A., & Caribe, E. (2020). *El envejecimiento como oportunidad para la innovación, el emprendimiento y la inclusión*. <http://creativecommons>.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2022). *Perspectivas de la población mundial*.
- Organización Mundial de la SALUD (OMS). (2019). *Una sociedad se mide por la manera en que cuida a sus ciudadanos de edad avanzada*.
- Pestieau, P. (2022). *The Public Economics of Changing Longevity*. University Press.
- Robles, P. (2019). La formación del pensamiento crítico: habilidades básicas, características y modelos de aplicación en contextos innovadores. *ReHuSo: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 4(2), 13-24.
<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1725>
- Sánchez, A., & Gómez, R. (2020). *La alfabetización digital en la tercera edad: desafíos y oportunidades*. Editorial Digital.
- Zambrano Vélez, T. F., Thais Jamileth, L. Álvarez, Troncoso Saverio, C. J., & Ponce Alencastro, J. A. (2024). Avances en la Tecnología Asistida para Mejorar la Calidad de vida en Adultos Mayores. Revisión Actualizada en el Contexto Latinoamericano. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 645-662. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9450
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

