



Rosabel Martínez-Roig
Víctor González-Calatayud
Antonio Palacios-Rodríguez
(Eds.)

Aportaciones desde la transformación digital hacia la investigación y la innovación educativas

Aportaciones desde la transformación digital hacia la investigación y la innovación educativas

Rosabel Martinez-Roig
Víctor González-Calatayud
y Antonio Palacios-Rodríguez
(Eds.)

COLECCIÓN: Horizontes Universidad

TÍTULO: *Aportaciones desde la transformación digital hacia la investigación y la innovación educativas*

EDICIÓN:

Rosabel Martínez-Roig
Víctor González-Calatayud
Antonio Palacios-Rodríguez

COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL (edición de la obra):

- Prof. Dr. Gianluca Amatori, (Università Europea di Roma).
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2477-2422>
- Prof. Dr. Julio Cabero Almenara, (Universidad de Sevilla).
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1133-6031>
- Prof. Dr. Antonio Cortijo, (University of California at Santa Barbara).
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3918-0523>
- Prof. Pompilio Cusano, (Università Telematica Pegaso).
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1619-9969>
- Profa. Dra. María Teresa del Olmo Ibáñez, (Universidad de Alicante),
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8326-1879>
- Profa. Dra. Mariana González Boluda, (University of Reading),
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1406-5708>
- Prof. Dr. Alexander López Padrón, (Universidad Técnica de Manabí),
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1032-7758>
- Prof. Dr. Hans-Ingo Radatz, (Otto-Friedrich-Universität Bamberg).
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7220-4094>
- Profa. Dra. Yanira Mesalina Ramirez Cruz, (Universidad Tecnológica de El Salvador).
ORCID: <https://orcid.org/0000-00034393-1270>
- Prof. Dr. Diego Xavier Sierra Pazmiño, (Universidad Central de Ecuador).
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6115-3957>

En este libro se recogen únicamente las aportaciones que han superado un riguroso proceso de selección y evaluación (*double blind peer review process*) según los siguientes criterios de evaluación: calidad del texto enviado, novedad y pertinencia del tema, originalidad de la propuesta, fundamentación bibliográfica y rigor científico.

Primera edición: noviembre de 2025

© De la edición: Rosabel Martínez-Roig, Víctor González-Calatayud, Antonio Palacios-Rodríguez

© Del texto: Las autoras y autores

© De esta edición:

Ediciones OCTAEDRO, S.L.
C/ Bailén, 5 – 08010 Barcelona
Tel.: 93 246 40 02 – Fax: 93 231 18 68
www.octaedro.com – octaedro@octaedro.com

ISBN: 978-84-1079-234-0

Producción: Ediciones Octaedro

Esta publicación está sujeta a la Licencia Internacional Pública de Atribución/Reconocimiento-NoComercial 4.0 de Creative Commons. Puede consultar las condiciones de esta licencia si accede a: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

NOTA EDITORIAL: Las opiniones y contenidos de los textos publicados en esta obra son de responsabilidad exclusiva de los autores.

Publicación en *Open Access* – Acceso abierto

Índice

Presentación		1
	Rosabel Martínez-Roig, Víctor González-Calatayud, Antonio Palacios-Rodríguez	
Capítulo 1	Integración de la inteligencia artificial y el aula invertida en la formación inicial del profesorado (de Educación Física)	3
	José L. Arias-Estero	
Capítulo 2	EPA para el aprendizaje de idiomas asistido por IA: propuesta de análisis de aplicaciones para jóvenes estudiantes migrantes en aulas de educación obligatoria	15
	Margarita Isabel Asensio Pastor	
Capítulo 3	Digital education for equity: a review of program effectiveness in the use of technology to increase access to quality education around the world	27
	Nadia De León Sautú, Delfina D'Alfonso, Aura López de Ramos, Alberto Alonzo	
Capítulo 4	El uso de la inteligencia artificial en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato: realidad social y práctica académica	40
	Sara M. Ferrero Punzano, Eva Bautista Ruiz, Cristina Galvañ Mas, Sabrina Samaniego Pardo, Georgina Sebastián Blanes	
Capítulo 5	Experiencia de aula con IA en el Grado de Historia	52
	Sara M. Ferrero Punzano, Rafael Sebastián Alcaraz	
Capítulo 6	Mejora del aprendizaje de las competencias prácticas en el área de histología de los alumnos del Grado en Medicina utilizando imágenes interactivas	62
	Omar García Sánchez, Lorena Benito Garzón	
Capítulo 7	Impacto del uso del teléfono celular en el comportamiento social y el ciberacoso de universitarios mexicanos	73
	Lucía Margarita González Barrón, María de los Ángeles Fuentes Vega	
Capítulo 8.	De la Calidad Asistencial y las Técnicas de Negociación a la inteligencia artificial generativa: una experiencia innovadora en la Universidad Miguel Hernández	83
	Mercedes Guilabert, Irene Carrillo, María Asunción Vicente, César Fernández, Alicia Sánchez-García, María Antonia Parra, Rosario Carmona	
Capítulo 9	Realidad virtual inmersiva para la formación en seguridad eléctrica: diseño, simulación y validación educativa, hacia la industria 5.0	96
	César Augusto Gutiérrez-Rodríguez	

Capítulo 10	Promoviendo los Objetivos de Desarrollo Sostenible con el juego híbrido <i>AR SDG Encic</i>: un estudio piloto con maestros de educación primaria en formación inicial	109
	Pedro Juárez-González, Antonio Joaquín Franco-Mariscal	
Capítulo 11	Integración de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación ambiental para el fomento de prácticas sostenibles educativas	121
	Vasiliki Kollarou	
Capítulo 12	Una gincana tecnológica multidisciplinar en la formación inicial de docentes	134
	Alícia Martí-Climent	
Capítulo 13	Influencia del diseño de prompts en la mitigación de sesgos de género en imágenes generadas por inteligencia artificial	146
	María Asunción Vicente Ripoll, César Fernández Peris	
Capítulo 14	Integración de la realidad virtual inmersiva en la educación superior: un enfoque multicapa para la innovación pedagógica y tecnológica	157
	Nicole Saldes-Toledo, Eduardo Lara-Yergues	
Capítulo 15	El diseño generativo como herramienta para la reinterpretación de la cultura caxcán en Jalisco y Zacatecas	168
	Marco Polo Vázquez Nuño, Mariana Noemi Campos Barragán	

Presentación

La transformación digital en la educación trasciende la mera introducción de nuevas herramientas o plataformas. Es, ante todo, hablar de un cambio de paradigma que alcanza la esencia misma del acto educativo: el modo en que conocemos, pensamos y convivimos. En una sociedad atravesada por crisis políticas, económicas y sociales, la digitalización aparece como una promesa de progreso, pero también como un espejo que refleja nuestras contradicciones más profundas. En este contexto, la educación se convierte en un campo de disputa simbólica y ética, donde se enfrentan diferentes visiones sobre el papel de la tecnología en la formación de las personas y de la ciudadanía.

¿Es la inteligencia artificial un aliado del aprendizaje o un sustituto de la reflexión humana? ¿Nos acerca la tecnología al ideal de una educación más inclusiva, o consolida nuevas formas de desigualdad? ¿Hasta qué punto los algoritmos pueden mediar los procesos de enseñanza sin despojar al docente de su autoridad pedagógica ni al estudiante de su autonomía crítica? Estas preguntas, que recorren las aulas y grupos de investigación, no son meramente técnicas. Son, en su fondo, políticas y filosóficas. Porque lo que está en juego no es solo la eficacia de una herramienta, sino el modelo de sociedad que deseamos construir a través de la educación.

En este escenario de incertidumbre y oportunidad surge esta obra, un compendio de estudios nacionales e internacionales que abordan el impacto, los desafíos y las posibilidades de la digitalización en el ámbito educativo contemporáneo. Más que una mera descripción de experiencias, el libro propone un diálogo entre distintas disciplinas, contextos y sensibilidades que buscan comprender la complejidad del fenómeno educativo en tiempos de inteligencia artificial, realidad virtual y aprendizaje en red.

Las aportaciones de este volumen dibujan un panorama dinámico y plural de la investigación educativa contemporánea. Muestran que la transformación digital no es un fenómeno lineal ni homogéneo, sino un proceso lleno de matices, contradicciones y oportunidades. Los autores y autoras que participan en esta obra –procedentes de distintas universidades, disciplinas y países– nos invitan a mirar la tecnología no como un fin en sí mismo, sino como un medio al servicio de una educación más humana, crítica y democrática.

Lejos de presentar la tecnología como una panacea, esta obra colectiva reivindica la necesidad de pensarla desde el compromiso pedagógico, la ética y la justicia social. Las investigaciones reunidas aquí conforman un mosaico diverso, articulado en torno a grandes núcleos temáticos que invitan a la reflexión crítica.

Uno de ellos es la formación inicial y continua del profesorado en entornos digitales, donde la innovación pedagógica se entiende como un proceso de resignificación de la práctica docente. Los estudios muestran cómo los futuros maestros aprenden no solo a manejar herramientas tecnológicas, sino a integrarlas de forma crítica y creativa en sus estrategias de enseñanza. En este sentido, la tecnología se convierte en un catalizador de nuevas metodologías –como el aula invertida, el aprendizaje activo o la simulación interactiva– que fortalecen la autonomía del estudiante y promueven una docencia más participativa y reflexiva.

Otro eje fundamental que atraviesa la obra es la equidad, la inclusión y la diversidad cultural en la educación digital. Los trabajos dedicados al aprendizaje de idiomas asistido por inteligencia artificial en contextos migratorios, a la educación para el desarrollo sostenible o a la integración de las TIC en la educación ambiental coinciden en una misma preocupación: la necesidad de garantizar que la transformación digital no amplíe las brechas existentes, sino que se oriente hacia la justicia educativa. La tecnología, utilizada con perspectiva social, puede ser una herramienta poderosa para democratizar el conocimiento, facilitar el acceso a la información y visibilizar voces tradicionalmente marginadas. Pero si se aplica sin un marco ético y pedagógico, puede reforzar las desigualdades y reproducir los sesgos del mundo analógico.

Un tercer conjunto de investigaciones se centra en la experimentación tecnológica y la innovación curricular, desde el uso de la realidad virtual inmersiva y los entornos interactivos en la enseñanza de ciencias hasta la aplicación del diseño generativo y los juegos híbridos en la formación artística y ciudadana. Estas experiencias demuestran que la digitalización no se limita a digitalizar lo que ya existía, sino que abre caminos inéditos para el aprendizaje interdisciplinar, la creatividad y la construcción colectiva del conocimiento. La frontera entre lo físico y lo virtual, entre lo humano y lo artificial, se convierte aquí en un espacio fértil de exploración pedagógica.

El libro también se detiene en los dilemas éticos, sociales y emocionales que acompañan a la cultura digital. Temas como el impacto del uso del teléfono móvil en el comportamiento social universitario, la exposición al ciberacoso o la presencia de sesgos de género en las imágenes generadas por IA, son abordados desde una perspectiva crítica que nos recuerda que la educación digital no puede desligarse de los valores humanos que la sustentan. En este sentido, la alfabetización tecnológica debe incluir la alfabetización ética y emocional, para que los ciudadanos del siglo XXI sean capaces no solo de usar la tecnología, sino de comprender sus implicaciones y de actuar con responsabilidad frente a ella.

Vivimos un momento histórico en que los discursos sobre la inteligencia artificial y la automatización tienden a oscilar entre la utopía y la catástrofe. Pero la educación, como práctica profundamente humana, nos recuerda que ningún avance técnico puede sustituir la capacidad de pensar, sentir y crear. Tal vez el desafío no consista en elegir entre lo digital y lo analógico, entre lo humano y lo artificial, sino en aprender a tejer nuevas formas de convivencia entre ambos mundos.

Por ello, este libro no busca ofrecer certezas, sino abrir preguntas; no pretende clausurar el debate, sino ampliarlo. Es una invitación a seguir construyendo conocimiento desde la colaboración, la investigación rigurosa y la imaginación pedagógica. Cada capítulo aporta una perspectiva singular sobre cómo la digitalización puede reinventar la educación sin despojarla de su sentido ético y social. Porque, al fin y al cabo, la tecnología no transforma la educación por sí sola. Lo hacen las personas que la piensan, la crean, la cuestionan y la ponen al servicio del bien común. Que este libro sirva, entonces, como una invitación a seguir pensando, investigando e imaginando la educación del futuro: una educación más justa, más crítica y, sobre todo, más humana.

Rosabel Martinez-Roig, Universidad de Alicante
Víctor González-Calatayud, Universidad de Murcia
Antonio Palacios-Rodríguez, Universidad de Sevilla

Capítulo 1. Integración de la inteligencia artificial y el aula invertida en la formación inicial del profesorado (de Educación Física)

José L. Arias-Estero

Universidad de Murcia (España)

Resumen: Estudios previos sugieren que la inteligencia artificial generativa (IAGen) es adecuada para abordar los retos que presenta el aula invertida (AI). Sin embargo, no se conocen propuestas que hayan analizado la integración de la IAGen y el AI en la formación inicial del profesorado en ninguna materia, ni tampoco en la de Educación Física. En este capítulo se exploran dichas posibilidades, siendo la teoría de la autodeterminación y el constructivismo el marco teórico de referencia. Con este objetivo, se presentan las características que definen al AI y a la IAGen, incidiendo en los elementos que pueden determinar la integración efectiva. Posteriormente, se muestra una experiencia empleando el AI y la IAGen, con el fin de comprobar sus efectos en la formación inicial del profesorado de Educación Física. Finalmente, se reflexiona y concluye acerca de las posibilidades pedagógicas de la integración en educación superior y en concreto en la formación inicial del profesorado de Educación Física.

Palabras clave: inteligencia artificial generativa, flipped learning, PETE, formación del profesorado

Abstract: Previous studies suggest that generative artificial intelligence (GenAI) may be suitable for addressing the challenges of flipped classroom (FC). However, there are no known proposals that have analysed the integration of GenAI and FC in initial teacher education in any subject, including physical education. This chapter explores such possibilities. For this purpose, self-determination theory and constructivism constitute the theoretical framework of reference. In the chapter, first, we show the defining characteristics of FC and GenAI. Later, we highlight the elements that can determine the effective integration between GenAI and FC. Afterwards, the chapter includes an experience using FC and GenAI, with the aim of verifying its effects on self-determination, involvement and learning in the initial training of Physical Education teachers. The chapter ends with a reflection and conclusion regarding the pedagogical possibilities of GenAI and FC integration in higher education and specifically in the initial training of Physical Education teachers.

Keywords: generative artificial intelligence, flipped learning, PETE, teacher education

1. INTRODUCCIÓN

La reciente Ley Orgánica del Sistema Universitario (LOSU) promulga que “las universidades fomentarán el protagonismo activo del estudiantado en la vida universitaria, favoreciendo un aprendizaje integral” (Ley Orgánica 2/2023, de 22 de marzo, p. 26). Entre los deberes del estudiantado se encuentra “participar de forma activa y responsable en las actividades docentes”

(p. 32). Para lograr el activismo discente, resulta necesario la renovación de los enfoques de enseñanza en la universidad.

El aula invertida (AI) es uno de los enfoques de enseñanza considerados renovadores en relación con lo que promulga la LOSU (Li et al., 2023). Esta metodología de enseñanza se fundamenta en proporcionar actividades al estudiantado para que se involucre con el estudio independiente del contenido antes de las sesiones presenciales. Posteriormente, las clases en persona conllevan actividades coherentes con las anteriores, como discusiones, trabajo colaborativo y resolución de problemas, que comprometen habilidades cognitivas de nivel superior y posibilitan el aprendizaje en profundidad (Låg y Sæle, 2019). La utilidad del AI ha sido comprobada en titulaciones universitarias destinadas a la formación inicial del profesorado de diferentes materias (Prieto et al., 2021). Concretamente, en la formación inicial del profesorado de Educación Física se han encontrado dos experiencias con resultados opuestos (Chiang et al., 2018; Espada et al., 2020).

En esta línea, el AI no está exenta de retos. Si el alumnado no se implica en las actividades previas a las sesiones presenciales, presenta problemas durante las clases y requiere de más soporte docente para garantizar una implementación satisfactoria del AI (Fidan, 2023). Al respecto, varias propuestas han enfatizado las posibilidades de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo universitario para abordar los retos que presenta el AI (e.g., Chu et al., en prensa; Han et al., en prensa; Li y Peng, 2022).

A pesar de lo anterior, no se conocen experiencias que hayan analizado la combinación de la IA y el AI en la formación inicial del profesorado en ninguna materia, ni tampoco en Educación Física. En este escenario, se planteó un proyecto de innovación docente (ID 11641), que pretende favorecer la alfabetización en IA, la motivación y el aprendizaje en la formación inicial del profesorado de Educación Física a través de un programa de AI con soporte en la IA. Como parte de ese proyecto, en este capítulo se espera explorar las posibilidades de integración de la IA generativa (IAGen) en base a los retos que plantea el AI.

2. DESARROLLO DEL TEMA

2.1. El aula invertida

Numerosos estudios, en educación superior, han destacado las posibilidades del AI en cuanto al rendimiento académico, motivación y capacidades cognitivas de orden superior (e.g., Challob, 2021; Fidan 2023). No obstante, los resultados positivos del AI, principalmente, parecen asociarse con la capacidad de autorregulación e implicación del estudiantado en las actividades no presenciales. Fidan (2023) enfatizó que la ausencia de implicación y motivación en las actividades previas afecta negativamente al aprendizaje con AI. Consecuentemente, si el alumnado no completa las actividades no presenciales, es posible que el aprendizaje sea peor que con enfoques de enseñanza tradicionales.

En Educación Física, la única revisión hallada sobre AI incluyó 16 investigaciones, de las que solo dos se realizaron en la formación inicial del profesorado de Educación Física (Østerlie et al., 2023). Chiang et al. (2018) encontraron que el AI con apoyo en una aplicación para el teléfono móvil posibilitó mayores puntuaciones en aprendizaje de baloncesto en comparación con otros métodos de enseñanza. Sin embargo, Espada et al. (2020) observaron que el AI no generó mayor percepción de la competencia de aprender a aprender.

2.2. Teoría de la autodeterminación y constructivismo

Considerando los retos fundamentales que presenta el AI en cuanto a la necesidad de autodisciplina del alumnado y a la de guía del profesorado, la teoría de la autodeterminación y la visión constructivista del aprendizaje son marcos teóricos de referencia (Li et al, 2023). La teoría de la autodeterminación ofrece un constructo para explicar la capacidad de una persona para decidir por sí misma y en este caso, para decidir aprender. En concreto, la subteoría de las tres necesidades psicológicas básicas propone que la satisfacción de los impulsos de autonomía, competencia y relación conduce a un perfil personal autodeterminado. Cuanto más autodeterminada esté la persona, mayor será su capacidad para autorregularse e implicarse en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Atendiendo a esta propuesta teórica, el AI debe favorecer un ambiente en el que el alumnado se sienta independiente del profesorado, con capacidad para realizar las tareas con acierto y colaborando con sus iguales. En el marco de la teoría de la autodeterminación, la implicación se refiere al grado de compromiso del estudiantado en la actividad de aprendizaje, la búsqueda de orientación docente y la colaboración con sus pares (Núñez y León, 2019). Las cuatro dimensiones que explican la implicación del alumnado son el compromiso de los agentes, el conductual, emocional y el cognitivo.

En línea con la teoría de la autodeterminación, según el constructivismo, el aprendizaje es resultado de la acción que realiza la propia persona al relacionar su conocimiento previo con los nuevos conceptos e ideas a adquirir, implicándose cognitivamente con el contenido (Vygotsky, 1978). La vinculación de conceptos (y también de procedimientos y actitudes) conlleva una actividad reflexiva de nivel superior que provoca el desarrollo de estructuras de conocimiento. Además, si la tarea de enseñanza parte del conocimiento previo de la persona, el aprendizaje resulta significativo. Asimismo, como el conocimiento es situado socialmente, la actividad grupal contribuye al proceso de aprendizaje y a su potenciación. Bajo este enfoque, por ende, el planteamiento del AI debe considerar que las actividades de enseñanza se planteen atendiendo al conocimiento discente previo, que estén alineadas entre sí para que resulten una guía al alumnado, posibiliten la reflexión e integren el trabajo grupal.

2.3. La IAGen en la formación universitaria

Las herramientas de IA han llegado al panorama educativo, contribuyendo a una transformación vertiginosa, fundamentalmente, de la enseñanza universitaria. No obstante, la integración de la IA en las actividades educativas presenta, tanto oportunidades como desafíos, para el desarrollo humano (Chu et al., en prensa; Sparrow y Flenady, en prensa).

Acerca de las oportunidades, la IAGen puede servir para realizar un seguimiento del progreso del estudiantado, establecer objetivos, promover prácticas reflexivas, proporcionar feedback adaptativo y como sistemas de tutoría inteligente e individualizada, entre otras muchas posibilidades (e.g., Han et al., en prensa). En educación superior, el empleo de esta tecnología se vincula con mejoras en el rendimiento académico, motivación, reflexiones de orden superior y la capacidad de autorregulación del aprendizaje, reduciendo el esfuerzo mental y sin efectos sobre la autoeficacia (e.g., Han et al., en prensa; Katona y Gyonyoru, 2025).

Con respecto a los desafíos, entre los más aludidos se encuentran la sobrecarga de información con escasez de habilidades críticas para evaluar contenidos, deshumanización de la edu-

cación y dependencia de la tecnología (Gerlich, 2025; Ji et al., 2023). Ji et al. (2023) exponen que las respuestas de la IAGen pueden no ser siempre exactas, principalmente, en el caso de información especializada, lo que se conoce con el nombre de alucinación. Considerando la tendencia de la IAGen a alucinar, Sparrow y Flenady (en prensa) recomiendan integrarla en la enseñanza universitaria como una herramienta que permita comprobar la calidad de las respuestas en comparación con su conocimiento de la materia. No obstante, ellos explican que cuanto más emplee el estudiantado la IA a lo largo de su proceso formativo, menos probable será que desarrolle las habilidades y los conocimientos necesarios para comprobar de manera eficaz la veracidad de los resultados de la IAGen.

De manera similar, el único trabajo encontrado referente a la IA en la formación inicial del profesorado de Educación Física se pregunta cómo puede verificar el alumnado, sin haber sido enseñado a diseñar situaciones de aprendizaje, que la respuesta de la tecnología sea adecuada si solicita a la IAGen una situación de aprendizaje para un tema concreto (Killian et al., 2023). En esta línea, Killian et al. (2023) discuten que el profesorado universitario de Educación Física debe esforzarse por aprender sobre IA para facilitar la toma de decisiones informadas. Proponen aprovechar las posibilidades de la IAGen en la formación inicial del profesorado de Educación Física para enriquecer la enseñanza de la materia. No obstante, presentan más interrogantes que respuestas.

2.4. Integración de la IAGen y el aula invertida en educación superior

Una búsqueda bibliográfica realizada en Web of Science, hasta mayo de 2025, incluyendo los términos IA y AI en inglés reportó 86 artículos, de los cuáles ninguno fue en Educación Física. De ellos, 19 abordaron la integración de la IAGen y el AI. En concreto, dos fueron revisiones, 15 intervenciones, uno abordó una propuesta de integración y otro consultó a expertos en AI sobre las posibilidades de la IA. En una de las revisiones se enfatiza que la IAGen permite adecuar los contenidos educativos, proporcionando feedback inmediato y promoviendo la reflexión discente, lo que puede aumentar la motivación, autoeficacia y el rendimiento académico (Ray y Sikdar, 2024). En la otra revisión, se destaca que la IA aplicada al AI podría reportar una mejor preparación independiente del alumnado, a pesar de la falta de funcionalidad técnica de la IAGen, la escasa preparación del profesorado universitario y la motivación discente insuficiente para realizar las tareas no presenciales (Lo y Hew, 2023).

Acerca de las intervenciones aplicando la IA y el AI, 14 de ellas han sido realizadas en educación superior e incorporando grupos control que fueron enseñados con AI solamente, salvo en uno de los casos (Li y Peng, 2022). Basan la integración en tareas presenciales y no presenciales, pero destacando las posibilidades para el trabajo autónomo del alumnado. Estos estudios presentaron efectos positivos en rendimiento académico, conocimiento, autoeficacia, motivación intrínseca, pensamiento creativo, implicación, autorregulación del aprendizaje, interés y autonomía (e.g., Chu et al., en prensa; Han et al., en prensa; Li, 2023). Las investigaciones parecen relacionar los resultados positivos con las posibilidades de la IAGen para proporcionar una guía personalizada e individualizada. Los chats generativos parecen ser clave porque apoyan al alumnado para realizar análisis de la información autónomos y facilitan la adquisición personalizada del conocimiento (Chu et al., en prensa; Han et al., en prensa; Li y Peng, 2022). No obstante, Han et al. (en prensa) encontraron que el alumnado con mayor autorregulación

previa del aprendizaje redujo la puntuación en dicha variable tras la intervención. Según Chu et al. (en prensa) el chat generativo puede ser más beneficioso para el estudiantado de menor nivel académico. Li y Peng (2022) no obtuvieron mejoras en la aplicación del conocimiento a situaciones reales en comparación con el grupo que siguió la enseñanza tradicional.

Según Østerlie et al. (2023), la integración efectiva de las herramientas digitales en la formación inicial de profesorado de Educación Física pasa por obtener percepciones positivas de autoevaluación, entre las que se incluyen la autodeterminación e implicación, al tratarse de variables esenciales para formar profesionales con autonomía y capacidad reflexiva. Por lo tanto, la evaluación de estas variables es crítica para conocer el éxito de la incorporación de la IA en el AI.

3. EXPERIENCIA EDUCATIVA IMPLEMENTADA

3.1. Pregunta de investigación y objetivo de la experiencia

Atendiendo al marco teórico presentado en relación con las posibilidades pedagógicas de la IAGen y la evidencia positiva en cuanto al AI, la pregunta que subyace es ¿puede ser efectiva la integración de la IAGen y el AI en la formación inicial del profesorado de Educación Física en términos de autodeterminación, implicación y aprendizaje? A partir de esta pregunta, se presenta brevemente, una experiencia llevada a cabo para explorar si la integración de la IAGen en el AI posibilitó mejoras en la autodeterminación, implicación y aprendizaje de alumnado de máster, en formación para ser docentes de Educación Física (formación inicial del profesorado de Educación Física).

3.2. MÉTODO

3.2.1. Diseño de investigación

Se siguió un enfoque cuantitativo, mediante un diseño cuasiexperimental, con medidas pretest-postest y grupos control (GC) y experimentales (GE) no equivalentes, de comparación interanual (tres cursos académicos diferentes) en la misma asignatura. La variable independiente fue la metodología de enseñanza-aprendizaje utilizada. El GC (primer curso académico) no recibió ninguna intervención específica y siguió una metodología tradicional basada en la clase magistral. El GE del segundo curso académico (GEAI) fue con el que se empleó el AI. El GE del tercer curso académico (GEAI+) fue con el que se aplicó el AI con soporte en la IAGen. Las variables dependientes fueron: autodeterminación (satisfacción de las necesidades psicológicas básicas de autonomía, competencia y relación), implicación (de los agentes, conductual, emocional y cognitiva) y aprendizaje del alumnado (conocimiento).

3.2.2. Participantes

En total, participaron 44 discentes en formación inicial del profesorado de Educación Física de tres grupos-clase de una misma asignatura de nivel de máster. En el GC fueron 7 estudiantes (4 hombres y 3 mujeres, edad: $M = 25,00$; $DT = 3,56$ años), en el GEAI fueron 19 (17 hombres y 2 mujeres, edad: $M = 24,05$; $DT = 1,55$ años) y en el GEAI+ fueron 18 (16 hombres y 2 mujeres, edad: $M = 25,22$; $DT = 3,37$ años). El alumnado declaró que no había sido enseñado con el AI previamente. El GEAI+ indicó que no había sido formado en IA anteriormente. El estudiantado

asistió a más del 85% del total de horas presenciales. El 100% del alumnado de los GE realizó todas las actividades no presenciales.

El estudio se llevó a cabo en la Facultad de Educación de una universidad española de titularidad pública, situada al sureste de la península ibérica, durante tres cursos académicos consecutivos (desde el 2022-23 hasta el 2024-25). La asignatura se desarrolló en el primer cuatrimestre, durante cinco semanas, con un enfoque teórico-práctico (4 ECTS).

El profesor que impartió la asignatura a los tres grupos-clase (40 años), tenía una experiencia docente de 17 años y de 4 años impartiendo la asignatura en las que se realizó la intervención. Había recibido formación sobre integración de la IA en la docencia universitaria durante dos cursos para docentes universitarios (35 h), pero no tenía conocimientos para entrenar ni desarrollar herramientas de IAGen. El alumnado dio su consentimiento para participar en el estudio, que fue desarrollado de acuerdo con la Declaración de Helsinki y contó con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad del autor principal (ACTA12/2024/CE).

3.2.3. Breve descripción de la experiencia

En los tres grupos se abordaron las mismas cuatro unidades temáticas. La diferencia radicó en la metodología de enseñanza-aprendizaje empleada. En el GC se siguió una metodología basada en la clase magistral, en la que el alumnado recibió la información de cada unidad a través de sesiones expositivas, apoyadas con presentaciones de diapositivas. Las sesiones expositivas iban precedidas de tareas presenciales de resolución de problemas, que conllevaban la aplicación del conocimiento. La formación no presencial no estaba planificada semanalmente.

Con el GEAI se utilizó el AI, lo que se explicó al alumnado para prepararlo como aprendiz activo, mediante su participación en las actividades presenciales y no presenciales. Tras dicha preparación, la intervención implicó participar en cinco actividades por cada unidad temática, lo que dio lugar al 50% de la calificación de la asignatura. La primera actividad se realizó dentro de la dedicación no presencial del alumnado y las restantes como parte de la presencial.

En la primera actividad, el alumnado realizó una lectura colaborativa con Perusall, para preparar cada tema. El alumnado tuvo que leer un texto, de un máximo de 5000 palabras y escribir, al menos: 1) una pregunta o comentario referido a una parte del texto; 2) un comentario o respuesta constructiva en respuesta a preguntas o comentarios de iguales y 3) una reflexión en la que relacionase el texto con experiencias reales. La participación fue en pequeños grupos (de entre 2 y 3 personas), durante un máximo de 2 h. El docente activó la participación escribiendo un ejemplo de cada tipo y proporcionando feedback.

En la segunda actividad, el estudiantado planteó y resolvió, colaborativamente, dudas y reflexiones para aclarar y enfatizar las ideas principales del tema leído. El alumnado expuso sus cuestiones e ideas y se respondió entre sí. La participación fue en gran grupo, durante un máximo de 1,5 h. El docente incentivó el comienzo de la participación discente, realizó preguntas, estimuló las respuestas entre el estudiantado y condujo la actividad para que se abordaran los temas críticos.

En la tercera actividad, el alumnado empleó las nociones teóricas para resolver un problema práctico. Un ejemplo fue el planteamiento de una programación de objetivos de aprendizaje para una situación de aprendizaje de Educación Física en Educación Secundaria Obligatoria, en

base a un modelo pedagógico y a partir de los criterios de evaluación. La participación fue en pequeños grupos, durante un tiempo de 1,5 a 6 h. El docente proporcionó feedback concurrente.

En la cuarta actividad, el estudiantado respondió, colaborativa y oralmente, a una batería de preguntas clave formuladas por el docente. Fueron entre 10 y 23 preguntas de respuesta corta. El docente planteó las preguntas y en un proceso colaborativo en cadena, el alumnado aportó respuestas hasta que se llegó a la ideal. La participación fue en gran grupo, durante un máximo de 1 h. El docente proporcionó feedback concurrente. El docente empleó feedback interrogativo para guiar la participación del estudiantado.

Por último, en la quinta actividad, el alumnado tuvo que responder a una prueba de cuatro preguntas tipo test con cuatro opciones de respuesta, empleando Wooclap. Posteriormente, se pasaba a su evaluación. La participación fue individual y en gran grupo, respectivamente, durante un máximo de 0,5 h. El docente empleó feedback interrogativo para guiar la participación discente en la evaluación.

Con el GEAI+ se siguió la misma metodología de enseñanza-aprendizaje descrita para el GEAI, pero con tres variaciones. La primera consistió en explicar los fundamentos de la IA, aspectos éticos, conceptos clave para su empleo en trabajos académicos e ingeniería de *prompts*, al comienzo de la asignatura (<https://digitum.um.es/handle/10201/158163>). La segunda variación implicó que en la primera actividad se usó la opción que proporciona Perusall en relación con la IA para que evaluase la calidad de las anotaciones, mediante un algoritmo de aprendizaje automático (*machine learning*) de manera individualizada y en tiempo real. La tercera se basó en adaptar la tercera actividad del AI, para que la resolución de los problemas prácticos fuese asistida por la IAGen. En concreto, se empleó una aplicación diseñada para introducirse al *machine learning* (LearningML) y tres chats generativos (Copilot, Gemini y ChatGPT). En resumen, los supuestos prácticos consistieron en la redacción de objetivos de aprendizaje, selección de reglas funcionales y estructurales para diseñar juegos modificados, planteamiento de una programación de objetivos de aprendizaje para una situación de aprendizaje de Educación Física en Educación Secundaria Obligatoria y diseño de una sesión de Educación Física en base a un modelo pedagógico. Por cada supuesto práctico, la actividad incluyó la elaboración de un informe paralelo, de pensamiento crítico, sobre las posibilidades y limitaciones de la IA generativa. Por ejemplo, en el caso de los tres chats generativos conllevaba la redacción y mejora del *prompt*, análisis crítico del producto proporcionado y, en su caso, mejora de este en base al conocimiento adquirido.

3.2.4. Instrumentos

Para medir la autodeterminación, implicación y aprendizaje del alumnado se emplearon tres instrumentos, respectivamente. En cuanto a la autodeterminación, se utilizó la escala de satisfacción de las necesidades psicológicas básicas (León et al., 2011), compuesta por 15 ítems (5 ítems por cada dimensión), para valorar la satisfacción de autonomía ($\alpha = ,70$), competencia ($\alpha = ,75$) y relación ($\alpha = ,65$). La respuesta a cada ítem se realizó empleando una escala tipo Likert de 5 puntos, desde el 1 (totalmente en desacuerdo) hasta el 5 (totalmente de acuerdo).

La implicación se midió mediante la escala propuesta por Núñez y León (2019), compuesta por 12 ítems (3 ítems por cada dimensión), para valorar la implicación de los agentes ($\alpha = ,72$), conductual ($\alpha = ,68$), emocional ($\alpha = ,65$) y cognitiva ($\alpha = ,65$). La respuesta a cada ítem se rea-

lizó utilizando una escala tipo Likert de 7 puntos, desde el 1 (totalmente en desacuerdo) hasta el 7 (totalmente de acuerdo).

El aprendizaje se valoró a partir de una prueba de conocimiento aplicado de 10 preguntas tipo test, con cuatro opciones de respuesta, siendo solo una la correcta. Por ejemplo, “En la tercera tarea o fase de la sesión con TGfU: a) Se debe emplear el descubrimiento guiado. b) Se debe emplear la resolución de problemas. c) Se debe emplear los grupos de nivel. d) Se debe emplear la enseñanza recíproca”.

El alumnado respondió individual, anónimamente, por escrito y ante la presencia docente, tras la explicación de que no eran pruebas asociadas a la calificación de la asignatura. Necesitó un tiempo máximo de 15 minutos para completar las dos escalas y se le proporcionó 10 minutos para realizar la prueba de conocimiento aplicado.

3.2.5. Análisis de los datos

Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para explorar la normalidad de los datos, lo que condujo al uso de la estadística paramétrica. Se empleó la prueba MANOVA 2x2 para explorar las posibles diferencias entre grupos-clase y en función de las medidas. El tamaño del efecto fue calculado utilizando el coeficiente eta cuadrado parcial (η^2p). El nivel de significación se estableció en $p \leq ,05$. Los datos se analizaron con el programa SPSS v28.0.

3.3. Resultados de la experiencia

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la comparación entre grupos en el posttest (Traza de Pillai = 0,62; $F = 1,83$; $p = ,045$; $\eta^2p = 0,31$; $P = ,90$). El GC mostró valores significativamente superiores en satisfacción de autonomía en comparación con el GEAI+ ($\Delta M = 1,03$; $p = ,030$). Igualmente, en satisfacción de competencia y relación, tanto el GC ($\Delta M = 0,59$; $p = ,044$ y $\Delta M = 0,80$; $p < ,004$, respectivamente) como el GEAI ($\Delta M = 0,44$; $p = ,047$ y $\Delta M = 0,76$; $p = ,001$, respectivamente) también reportaron puntuaciones significativamente mayores con respecto al GEAI+. Además, el GEAI tuvo los mayores resultados significativos en aprendizaje en comparación con el GC ($\Delta M = 1,37$; $p = ,044$) y el GEAI+ ($\Delta M = 1,03$; $p = ,048$).

4. REFLEXIÓN Y CONCLUSIÓN

A diferencia de lo encontrado en Educación Física, en otras materias parece existir una tendencia a la implementación pedagógica de la IAGen en el contexto universitario por medio del AI (e.g., Chu et al., en prensa; Han et al., en prensa; Li y Peng, 2022). La integración se realiza para dar respuestas a los obstáculos de la metodología docente. Así, se ha empleado la IAGen como una herramienta a modo de asistente virtual, fundamentalmente, para su empleo en las actividades previas a la clase presencial, pero también en ella, con el fin de personalizar los contenidos educativos, proporcionar feedback en tiempo real, dialogar y propiciar el razonamiento del alumnado, entre otros (e.g., Katona y Gyonyoru, 2025; Li y Peng, 2022). Por lo general, los resultados son positivos en cuanto a variables relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje, aunque pueden estar afectados por los procesos individuales de control personal hacia el aprendizaje, nivel de conocimiento previo y el grado de aplicabilidad del conocimiento demandado (Chu et al., en prensa; Han et al., en prensa; Li y Peng, 2022).

En esta línea, tras la experiencia práctica que se presenta brevemente en este capítulo, se obtuvo que la integración de la IA en el AI no fue satisfactoria, puesto que la autodeterminación fue mayor en el GC, el aprendizaje en el GEAI y no se obtuvieron diferencias en implicación (Østerlie et al., 2023). La interpretación y explicación de los resultados es la siguiente.

Primero, parece que la calificación en tiempo real que proporcionó el algoritmo de IA en la tarea previa a la clase presencial no fue útil (Li y Peng, 2022). Según Chu et al. (en prensa), que la IA proporcione solo la calificación y no feedback personalizado y concurrente, limita la efectividad del AI e impacta negativamente en la implicación discente. Para hacer frente a esta cuestión, varios estudios han desarrollado asistentes virtuales basados en IAGen y específicos para las materias a enseñar (Chu et al., en prensa; Han et al., en prensa). Estos asistentes pueden permitir al alumnado hacer preguntas, establecer diálogos, obtener feedback y debatir ideas, entre otros.

Segundo, pudo ser que la actividad de resolución de problemas prácticos asistida por la IAGen en el aula provocase que el alumnado delegara las tareas de reflexión en la IAGen, disminuyendo su aprendizaje e implicación cognitiva debido a la facilidad y comodidad de las soluciones proporcionadas por la IAGen (Gerlich, 2025). Este hecho explicaría la ausencia de diferencias en la implicación discente, que también se ha encontrado en estudios previos empleando la IAGen (Lo et al., 2024), aunque es un resultado contrario a lo que reportan trabajos en los que se ha integrado la IAGen y el AI (e.g., Katona y Gyonyoru, 2025; Li y Peng, 2022). Al delegar excesivamente en la IA se puede producir una descarga cognitiva, lo que reduce el pensamiento profundo y reflexivo (Gerlich, 2025). En consonancia, los resultados también guardan relación con los obtenidos por Li y Peng (2022) porque la prueba de evaluación del conocimiento fue de carácter aplicado a situaciones reales, lo que precisa de un conocimiento adaptativo y profundo.

Tercero, aunque el nivel de conocimiento inicial del alumnado sobre el contenido fue similar en los tres grupos, en línea con Han et al. (en prensa) no se tuvo en cuenta su grado de autorregulación previo, lo que pudo generar un perjuicio a aquel estudiantado con altos niveles, que se podría haber sentido apoyado excesivamente al tener que emplear la IAGen fuera y dentro de clase. Según Daniel et al. (2016), el apoyo excesivo al alumnado limita su implicación significativa y productiva, convirtiéndole en aprendiz pasivo. Por este motivo, el estudiantado del GC y al que se le aplicó solo el AI mostró mejores valores de autodeterminación. De hecho, el estudiantado que ya demuestra tener capacidades bien desarrolladas, como se espera del alumnado que cursa un título de máster, no siempre se beneficia del uso de la IA (Gerlich, 2025). Por lo que, en las intervenciones pedagógicas con IA también resulta especialmente necesario conocer las características del alumnado para adaptarlas a ellas.

Las características de la intervención desarrollada en este capítulo cuestionan la efectividad de la integración propuesta y abren nuevas vías para mejorarla. En primer lugar, para el trabajo previo a la clase presencial, sería adecuado el empleo de asistentes virtuales diseñados y entrenados a propósito para la asignatura en concreto. No obstante, dado que la IAGen presenta limitaciones y alucina, el propósito de interactuar con los asistentes virtuales no es proporcionar respuestas perfectas, sino servir como recurso que provoque el pensamiento discente (Sparrow

y Flenady, en prensa). A partir de los diálogos previos con la IAGen se fomentaría la participación activa del estudiantado durante las clases para preguntar dudas, compartir reflexiones y verificar el conocimiento. El desafío máximo sería que el alumnado realizase las tareas con devoción y entusiasmo.

En segundo lugar, la IAGen puede emplearse en clase para abordar actividades sin generar dependencia, promoviendo la capacidad de interpretar los resultados de la IAGen en relación con el conocimiento adquirido en la asignatura y siguiendo criterios éticos (Sparrow y Flenady, en prensa). Empleada de este modo, la IA puede contribuir a favorecer el trabajo autónomo y activo del estudiantado, como reclama la LOSU.

En tercer lugar, la IA puede ser una herramienta para ir más allá y favorecer un uso y evaluación más competencial del conocimiento de la materia. Para ello, son convenientes las actividades que permitan vincular el aprendizaje con situaciones que atañen a la futura práctica profesional.

En cuarto lugar, los entornos de aprendizaje que se diseñen de la mano de la IA deben atender a las características del alumnado concreto. Al menos, considerando niveles previos de autorregulación, autodeterminación, implicación y aprendizaje en la preparación y/o entrenamiento de los asistentes virtuales (Chu et al., en prensa; Han et al., en prensa).

En quinto lugar, sería recomendable utilizar la IA en algunas de las actividades, mientras inhibirla en otras para no coartar capacidades cognitivas, por ejemplo, relacionadas con la habilidad para imaginar. De acuerdo con Gerlich (2025), aunque las herramientas de IA pueden reducir la carga cognitiva, las personas deben seguir participando en actividades que desarrollen y mantengan sus capacidades cognitivas.

Por último, es necesario dedicar un espacio de tiempo para que el alumnado comprenda cómo y para qué usar la IA (<https://acortar.link/2naRTQ>). De lo contrario, el estudiantado puede recurrir a un empleo convencional, delegando en la IA, lo que redundaría negativamente en su desarrollo cognitivo al no implicarse activamente con la materia.

En conclusión, puesto que existe una tendencia a que la IAGen se vuelva cada vez más habitual en la vida cotidiana, puede ser efectivo adoptar un enfoque basado en el diálogo y la conciliación acerca de su empleo en educación superior. Considerando este enfoque, las oportunidades que ofrece la IA podrían favorecer la superación de los obstáculos propios del AI a la vez que potenciar sus bondades. No obstante, el reto reside en la integración efectiva. A partir de la experiencia presentada en este capítulo y considerando las carencias que pudieron limitar la integración positiva del AI y la IAGen, se reflexiona sobre la utilidad de los asistentes virtuales personalizados, desarrollo del pensamiento crítico del estudiantado, reconceptualización de la figura del profesorado universitario, adecuación a las características del alumnado universitario, uso equilibrado de la IA y alfabetización en IA. Superando estas limitaciones, la integración de la IA en el AI puede ser una oportunidad para una capacitación más competencial del futuro profesorado de Educación Física. La teoría de la autodeterminación y el constructivismo pueden ser marcos de referencia en base a los que implementar y justificar la IA como una herramienta de soporte pedagógico.

AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Trabajo elaborado en el marco del proyecto ID 11641 de la Convocatoria para promover proyectos y acciones de innovación y mejora en la Universidad de Murcia (curso 2024/2025).

REFERENCIAS

- Challob, A. I. (2021). The effect of flipped learning on EFL students' writing performance, autonomy, and motivation. *Education and Information Technologies*, 26(4), 3743–3769. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10434-1>
- Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H. y Yin, C. (2018). Effect of gender differences on 3-on-3 basketball games taught in a mobile flipped classroom. *Interactive Learning Environments*, 27(8), 1093–1105. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1495652>
- Chu, X., Wang, M., Spector, J. M., Chen, N. S., Chai, C. S., Hwang, G. J. y Zhai, X. (en prensa). Enhancing the flipped classroom model with generative AI and Metaverse technologies: insights from lag sequential and epistemic network analysis. *Educational Technology Research and Development*. <https://doi.org/10.1007/s11423-025-10457-2>
- Daniel, S. M., Martin-Beltrán, M., Peercy, M. M. y Silverman, R. (2016). Moving beyond yes or no: Shifting from over-scaffolding to contingent scaffolding in literacy instruction with emergent bilingual students. *TESOL Journal*, 7(2), 393–420. <https://doi.org/10.1002/tesj.213>
- Espada, M., Navia, J. A., Rocu, P. y Gómez-López, M. (2020). Development of the learning to learn competence in the university context: Flipped classroom or traditional method? *Research in Learning Technology*, 28, 2251. <https://doi.org/10.25304/RLT.V28.2251>
- Fidan, M. (2023). The effects of microlearning-supported flipped classroom on pre-service teachers' learning performance, motivation and engagement. *Education and Information Technologies*, 28, 12687–12714. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11639-2>
- Gerlich, M. (2025). AI tools in society: Impacts on cognitive offloading and the future of critical thinking. *Societies*, 15(1), 6. <https://doi.org/10.3390/soc15010006>
- Han, I., Ji, H., Jin, S. y Choi, K. (en prensa). Mobile-based artificial intelligence chatbot for self-regulated learning in a hybrid flipped classroom. *Journal of Computing in Higher Education*. <https://doi.org/10.1007/s12528-025-09434-8>
- Ji, Z., Lee, N., Frieske, R., Yu, T., Su, D., Xu, Y., Ishii, E., Bang, Y. J., Madotto, A. y Fung, P. (2023). Survey of hallucination in natural language generation. *ACM Computing Surveys*, 55(12), 1–38. <https://doi.org/10.1145/3571730>
- Katona, J. y Gyonyoru, K. I. K. (2025). Integrating AI-based adaptive learning into the flipped classroom model to enhance engagement and learning outcomes. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 100392. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100392>
- Killian, C. M., Marttinen, R., Howley, D., Sargent, J. y Jones, E. (2023). “Knock, knock ... who's there?” ChatGPT and artificial intelligence-powered large language models: Reflections on potential impacts within health and physical education teacher education. *Journal of Teaching in Physical Education*, 42(3), 385–389. <https://doi.org/10.1123/jtpe.2023-0058>

- Låg, T. y Sæle, R. G. (2019). Does the flipped classroom improve student learning and satisfaction? A systematic review and meta-analysis. *AERA Open*, 5(3), 1-17. <https://doi.org/10.1177/2332858419870489>
- León, J., Domínguez, E., Núñez, J. L., Pérez, A. y Martín-Albo, J. (2011). Traducción y validación de la versión española de la échelle de satisfaction des besoins psychologiques en el contexto educativo. *Anales de Psicología*, 27, 405-411.
- Ley Orgánica 2/2023, de 22 de marzo, del Sistema Universitario. Boletín Oficial del Estado, núm. 70.
- Li, R., Lund, A. y Nordsteien, A. (2023). The link between flipped and active learning: A scoping review. *Teaching in Higher Education*, 28(8), 1993-2027. <https://doi.org/10.1080/13562517.2021.1943655>
- Li, B. y Peng, M. (2022). Integration of an ai-based platform and flipped classroom instructional model. *Scientific Programming*, 2022, 2536382. <https://doi.org/10.1155/2022/2536382>
- Lo, C. K. y Hew, K. F. (2023). A review of integrating AI-based chatbots into flipped learning: New possibilities and challenges. *Frontiers in Education*, 8, 1175715. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1175715>
- Lo, C. K., Hew, K. F. y Jong, M. S. (2024). The influence of ChatGPT on student engagement: A systematic review and future research agenda. *Computers and Education*, 219, 105100. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105100>
- Núñez, J. L. y León, J. (2019). Determinants of classroom engagement: a prospective test based on self-determination theory. *Teachers and Teaching*, 25, 147-159. <https://doi.org/10.1080/13540602.2018.1542297>
- Østerlie, O., Sargent, J., Killian, C., Garcia-Jaen, M., García-Martínez, S. y Ferriz-Valero, A. (2023). Flipped learning in physical education: A scoping review. *European Physical Education Review*, 29(1), 125-144. <https://doi.org/10.1177/1356336X221120939>
- Prieto, A., Barbarroja, J., Álvarez, S. y Corell, A. (2021). Eficacia del modelo de aula invertida (flipped classroom) en la enseñanza universitaria: Una síntesis de las mejores evidencias. *Revista de Educación*, 391, 149-177. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-391-476>
- Ray, S. y Sikdar, D. P. (2024). AI-driven flipped classroom: Revolutionizing education through digital pedagogy. *British Journal of Education, Learning and Development Psychology*, 7(2), 169-179. <https://doi.org/10.52589/BJELDP-LTDJFLIH>
- Sparrow, R. y Flenady, G. (en prensa). Bullshit universities: The future of automated education. *AI & Society*. <https://doi.org/10.1007/s00146-025-02340-8>

Capítulo 2. EPA para el aprendizaje de idiomas asistido por IA: propuesta de análisis de aplicaciones para jóvenes estudiantes migrantes en aulas de educación obligatoria

Margarita Isabel Asensio Pastor

Universidad de Almería (España)

Resumen: La Inteligencia Artificial (IA) está suponiendo una transformación significativa en el contexto educativo que afecta a la manera de enseñar-aprender y en la forma de gestionar los recursos educativos. En los contextos de educación obligatoria, es frecuente encontrar alumnado migrante con necesidades lingüísticas en la lengua vehicular de instrucción para lo que la administración educativa no siempre tiene respuesta. En las aulas, cuya ratio es normalmente superior a la aconsejada, con grupos heterogéneos formado por nativos y migrantes la IA puede ofrecer herramientas de apoyo a docentes y discentes en la implementación y desarrollo de un Entorno Personal de Aprendizaje (EPA). Para ello, en este estudio se ofrece una herramienta para el análisis de chatbots de IA educativa que sirven para la enseñanza de español como lengua adicional (EL/A). Una herramienta que parte del paradigma de investigación cualitativa mediante un instrumento de análisis descriptivo-valorativo. La evaluación de los chatbots educativos determinará en qué plano de los EPA podemos situarlo, así como para qué emplearlo en el proceso de aprendizaje autónomo de español LA u otras cuestiones como su adaptabilidad a las habilidades y ritmos de los estudiantes en edades tempranas, entre otras cuestiones; todo ello para fomentar la inclusión y la equidad educativa.

Palabras clave: entorno personal de aprendizaje, inteligencia artificial, educación obligatoria española, análisis, chatbots

Abstract: Artificial Intelligence (AI) is bringing about a significant transformation in the educational context that affects the way we teach-learn and the way we manage educational resources. In compulsory education contexts, it is common to find migrant students with language needs in the vehicular language of instruction for which the education administration does not always have an answer. In classrooms, whose ratio is usually higher than the recommended one, with heterogeneous groups made up of native speakers and migrants, AI can offer support tools to teachers and students in the implementation and development of a Personal Learning Environment (PLE). To this end, this study offers a tool for the analysis of educational AI chatbots for teaching Spanish as an additional language (S(AL). The tool is based on the qualitative research paradigm using a descriptive-valuative analysis instrument. The evaluation of educational chatbots will determine in which level of the EPA we can place it, as well as what to use it for in the process of autonomous learning of Spanish as an additional language (S/AL) or other issues such as its adaptability to the skills and rhythms of students at early ages, among other issues; all this to promote inclusion and educational equity.

Keywords: personal learning environment, artificial intelligence, Spanish compulsory education, analysis, chatbots

1. INTRODUCCIÓN

La escolarización de los menores migrantes en España es un pilar fundamental para su integración escolar, social y su desarrollo personal y académico, ya que permite que los menores migrantes adquieran conocimientos y un desarrollo integral personal como ciudadanos integrados en la sociedad que les acoge.

El dominio del español, u otra de las lenguas cooficiales vehicular del sistema educativo en España, es fundamental para facilitar su participación en la vida escolar, su acceso a recursos de aprendizaje y su relación con compañeros y docentes promoviendo, así, un sentido de pertenencia en la comunidad en la que se encuentra, a la vez que reduce progresivamente las barreras que pueden generar exclusión social, económica, cultural, etc. (Asensio y Medina, 2023).

La cuestión de la migración y la educación de los niños migrantes no tiene una fecha o lugar específico para su realización. Tampoco el nacimiento de un niño cuyos padres son extranjeros asegura que este posea habilidades comunicativas en la lengua vehicular del país de acogida. Sin embargo, sabemos que cuanto más temprano se produzca, antes y mejor se adquirirá. Con respecto a la escolarización, para el alumnado extranjero tener una competencia comunicativa supone: facilitar el acceso al currículo escolar al desarrollar la competencia comunicativa en la nueva lengua; promover la inclusión social dentro y fuera del centro educativo; alcanzar el desarrollo de la competencia intercultural; y, por último, favorecer la construcción de una identidad académica y personal en el nuevo contexto.

Ahora bien, la realidad de muchas aulas del territorio español de educación obligatoria, en las diferentes comunidades autónomas, es que los menores acceden, en función de su edad, al nivel educativo que les corresponde. De hecho, la administración pública en materia educativa prevé esta incorporación con la activación de programas específicos de adaptación e inmersión lingüística (Asensio y Medina, 2023). No obstante, estos programas presentan limitaciones como: 1) Una activación sujeta a una ratio de estudiantes extranjeros; 2) La disponibilidad de materiales específicos adaptados a las características del alumnado; 3) La formación docente para integrar el aprendizaje del EL/A ya sea en la materia de lengua como matemáticas, historia o biología; 4) Falta de adaptaciones curriculares efectivas y adecuadas a las necesidades.

Es, precisamente, en este contexto donde toma sentido la integración digital y el aprendizaje autónomo en el marco de un aprendizaje con Entornos Personales de Aprendizaje (EPA) a lo largo de la vida (Ministerio Educación y Formación Profesional, 2021) del español como lengua adicional (EL/A). Por ello, se hace necesario identificar herramientas facilitadoras de EPA como son las basadas en GenAI y aplicables al aprendizaje de EL/A.

Por tanto, el objetivo es ofrecer una propuesta de análisis de *chatbots* educativos para el fomento y desarrollo de los (EPA) como una estrategia pedagógica basada en la IA para el aprendizaje de la lengua vehicular para jóvenes estudiantes migrantes en aulas de educación obligatoria. Más concretamente, los *chatbots* de Inteligencia Artificial orientada al aprendizaje de Lenguas extranjeras –IALE– (Escobar, 2021) en línea con trabajos como los de Krstić et al. (2022) que revelan el creciente interés de la comunidad académica en el uso de la Inteligencia Artificial Educativa (IAE), particularmente en temas relacionados con el procesamiento del lenguaje natural para la enseñanza de idiomas y los sistemas de recomendación para el aprendizaje personalizado.

En última instancia, este capítulo se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (2015) de la *Agenda 2030*, el ODS/4 (Educación de calidad) y el ODS/10 (Reducción de desigualdades), al buscar democratizar el acceso a la educación mediante tecnologías abiertas y flexibles.

En definitiva, la implementación de EPA y el aprendizaje ubicuo representa una estrategia fundamental para alcanzar una educación más equitativa y sostenible, permitiendo a los individuos aprender a su propio ritmo y adaptarse a un mundo en constante cambio.

2. ENSEÑANZA DE LENGUAS ADICIONALES Y DIGITALIZACIÓN

La entrada al segundo milenio ha estado acompañada de un vertiginoso avance en el terreno de la digitalización que, sin duda, se aceleró con la COVID-19. Esta transformación tecnológica afecta prácticamente a todos los campos de vida y la educación y, en concreto, la enseñanza de lenguas no son una excepción.

En los epígrafes siguientes, nos detendremos en tres aspectos relacionados con la enseñanza de lenguas adicionales y la digitalización abordando tres cuestiones clave: 1) El aprendizaje ubicuo; 2) Los entornos personales de aprendizaje; 3) La IA educativa que hacen que el proceso de enseñanza-aprendizaje pueda ser autónomo y se prolongue a lo largo de la vida.

2.1. Aprendizaje autónomo y ubicuo

La enseñanza-aprendizaje de lenguas extranjeras ha ido incorporando todos los elementos tecnológicos y digitales que han surgido desde el uso de los primeros laboratorios de idiomas o material audiovisual hasta la actual incorporación de IA o la realidad aumentada (Aller, 2019). De acuerdo con Sharma y Pathak (2022), el avance de la tecnología web ha cambiado el paradigma de instrucción y participación en el aprendizaje de lenguas.

La incorporación de los ordenadores en los años 60 favoreció la enseñanza de lenguas asistida por ordenadores (CALL) para, posteriormente, hacia los años 90, la llegada de internet permitió la creación de cursos en línea, materiales interactivos, así como facilitó la creación de espacios para compartir, debatir, etc. sobre la enseñanza de lenguas en un contexto global. Con el auge del *e-learning*, se promocionó la creación de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) con plataformas como *Moodle* o *Blackboard* que fueron incorporándose en la didáctica del ELE (Álvarez y Alejaldre, 2018).

A partir del 2010, se produce un incremento del uso de los móviles inteligentes y aplicaciones específicas para aprender idiomas (*Mobile Assisted Language Learning MALL*). Esto permitió un aprendizaje permanente y autónomo, ya que estos dispositivos móviles han permitido recibir, transmitir y compartir información, así como interactuar en cualquier momento de manera sincrónica y asincrónica generando un ecosistema de aprendizaje donde la ubicuidad es una realidad. Asimismo, la realidad virtual, la aumentada y la mixta han sido implementadas en contextos educativos para proporcionar experiencias inmersivas de aprendizaje que favorecen la competencia comunicativa.

Más recientemente, la IA ha comenzado a jugar un papel clave en la enseñanza de lenguas adicionales. Son herramientas de procesamiento del lenguaje natural (PLN), como los *chatbots*

y los sistemas de corrección automática que han mejorado la interacción y retroalimentación inmediata para los estudiantes (Reinders y White, 2016).

Ahora bien, como Aller advirtió (2019), esta integración tecnológica no debe consistir únicamente en trasladar las prácticas cotidianas del aula a los nuevos medios digitales, sino producir cambios metodológicos sustanciales, nuevos enfoques y materiales de enseñanza. Para ello, es fundamental cambiar tanto las actitudes del profesorado como su competencia digital. En este sentido, la integración de entornos digitales ha impulsado un modelo de aprendizaje ubicuo (Burbules, 2012) que permite a los aprendientes acceder a recursos y experiencias lingüísticas en cualquier momento y lugar y de manera sincrónica y asincrónica. En consecuencia, la interacción con la lengua meta se puede llevar a cabo en un contexto natural dimensionado, integrándose de manera natural en la vida cotidiana del individuo. Así, se generan nuevas estrategias didácticas y metodológicas utilizadas en la enseñanza de lenguas.

Se conocen, en resumen, tres conceptos clave en el ámbito educativo relacionados con el uso de tecnologías: 1) Las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) se convierten en facilitadoras del acceso a la información. Estas integran herramientas tecnológicas para gestionar el aprendizaje; 2) Las TAC (Tecnologías del aprendizaje y conocimiento), por su parte, se centran en el empleo didáctico de la tecnología, enfocándose en mejorar la adquisición de conocimientos y habilidades; 3) Las TEP (Tecnologías para el empoderamiento y la participación), finalmente, impulsan para que los estudiantes sean productores de conocimiento.

En definitiva, el aprendizaje ubicuo permite a los estudiantes interactuar con contenidos, con compañeros e, incluso, con expertos sin las restricciones tradicionales de tiempo y espacio. Asimismo, les facilita una experiencia de aprendizaje más distribuido, personalizado, continuo y flexible que se extiende más allá de los límites convencionales educativos que, por otra parte, se integra de manera natural en la vida cotidiana del individuo. Todo esto, como veremos más adelante, permite el desarrollo del EPA y la integración de la AIE. Por tanto, la integración de la tecnología y la digitalización en la enseñanza de lenguas adicionales debe favorecer el aprendizaje permanente, la autonomía del alumnado y la alfabetización digital crítica de estos en el marco en el que nos encontramos inmersos de tránsito de la web 4.0 o web ubicua a la web 5.0 o web sensorial (Ribera, 2017) superando el espacio físico del aula tradicional.

2.2. Los Entornos Personales de Aprendizaje

Desde un punto de vista general, todos actuamos como estudiantes en menor o mayor medida y desarrollamos, según Wheeler (2010), ecosistemas para el aprendizaje más allá de las aulas, si bien la tecnología y digitalización lo ha favorecido. De hecho, para este autor el EPA no solo abarca las herramientas web personales y las redes de aprendizaje personal, sino que además contiene las experiencias y el aprendizaje a través de otros contextos de medios formales como la televisión, la música, los materiales impresos.

Olivier y Liber (2001) hablan de la interfaz uniforme entre instituciones para registros de aprendizaje personal, y también, para el aprendizaje fuera de línea o desconectado. Estos autores sugieren la necesidad de proporcionar a los estudiantes sistemas que les brinden capacidades adicionales más allá de las del navegador web genérico.

Posteriormente, en 2004 se presentó el Proyecto NIMLE (Northern Ireland Managed Learning Environment, financiado por el *Join Information Systems Committee*, JISC donde ya se proporciona una conceptualización técnica de la educación y en relación con los estudiantes como gestores de su propio proceso de aprendizaje. A partir de estos trabajos, comienzan a desarrollarse epistémicamente los EPA. En este sentido, Meza et al. (2016) establecen dos categorías de entornos: 1) Los restringidos, entendidos como una plataforma de *software*; 2) Los abiertos, donde el usuario determina las herramientas que incluirá, las selecciona de internet y organiza de la manera que le parezca adecuada, con relación a sus propósitos de aprendizaje y no se limita a un espacio.

De las distintas definiciones que existen sobre EPA, se han extraído las principales aportaciones que nos dan una visión holística (Attwell, 2007; Castañea y Adell, 2013; Harmelen, 2006; Meza et al., 2016): son ambientes virtuales multidimensionales que se sustentan en las TIC y las TAC que los aprendientes construyen en función de sus intereses académicos y personales; el usuario es el generador de su propio entorno mediante un papel activo: estos seleccionan sistemas, herramientas, fuentes de información y comunicación, entre otras cuestiones que les sirven para ayudarles a controlar y gestionar su propio proceso de aprendizaje más allá del aula y del modelo de instrucción formal centrado en el docente. Como señala Castañeda et al. (2022), este incluye y combina de forma fluida tanto aprendizaje formal, no formal e informal. Esto implica aprendizaje autónomo, autorregulado y personalizado a lo largo de toda la vida.

Por otro lado, estos ecosistemas de aprendizaje son flexibles, ubicuos y personalizables y basados en la accesibilidad. En este sentido, los estudiantes se convierten en creadores de su propio conocimiento. Además, estos permiten una experiencia de aprendizaje situado, contextual y dinámico por el que los estudiantes pueden actualizar continuamente sus conocimientos y habilidades en un mundo cada vez más interconectado y mediado tecnológicamente. Asimismo, permite un planteamiento transversal interdisciplinar.

Los EPA, permiten un aprendizaje mediado por la interacción y la colaboración entre iguales, con expertos, en comunidades, etc. Lo que resulta fundamental en el contexto de la web 4.0, este ya no puede entenderse únicamente como proceso de aprendizaje individualizado, sino como un proceso de aprendizaje colaborativo.

Por otro lado, la construcción de los EPA abarca 5 dimensiones interrelacionadas que desempeñan un papel esencial en el desarrollo cognitivo y social de los estudiantes dentro del contexto educativo (Asensio y Andújar, 2025) y que enunciamos a continuación:

Recopilar información: se refiere a la capacidad de aprendizaje para identificar, seleccionar, organizar y almacenar información y recursos digitales relevantes para su proceso de aprendizaje. Esta capacidad de recopilar y organizar información es fundamental para el aprendizaje autónomo y la construcción del conocimiento personal y, por otro parte, implica reconocer la fiabilidad de las fuentes.

Crear y modificar contenido: subraya el proceso activo de producción de conocimiento en donde los estudiantes no solo consumen información, sino que también participan activamente en su elaboración. Esta dimensión promueve una reflexión profunda sobre lo aprendido. Al respecto, se imponen prácticas lectoras vernáculas, así como lectura y escritura multimodal y colaborativa.

Compartir y colaborar: fomenta el aprendizaje interactivo mediante el intercambio de ideas, materiales y experiencias con otras personas que comparten intereses y necesidades; permite

a los estudiantes co-construir el conocimiento en interacción con sus pares, pero también con expertos y, además, hacerlo dentro de comunidades específicas. Potenciando la creatividad colectiva y el análisis crítico.

Reflexionar y evaluar: los EPA deben promover la inclusión de herramientas que permitan a los estudiantes evaluar su progreso y revisar sus estrategias de aprendizaje para que ellos mismos puedan identificar áreas de mejora y ajustar sus enfoques.

Conectar: relaciones personales y redes que los estudiantes establecen con otros aprendices, expertos o comunidades de aprendizaje que son un motor fundamental del aprendizaje en red que facilita el acceso a diversas fuentes de conocimiento y contribuye a la creación de comunidades de práctica y aprendizaje colaborativo.

A pesar de lo dicho, la integración de los EPA en las aulas resulta limitada y desigual. Las dificultades de implementación efectiva en los sistemas educativos pueden deberse a la falta de un marco pedagógico claro de intervención del docente en contraposición a los beneficios que supone que docentes o instituciones, como agentes educativos, formen parte del proceso para la mejora y personalización del escenario formativo de un área concreta de conocimiento.

En concreto, Castañeda y Adell (2013) indican que la naturaleza altamente individualizada del EPA ha hecho que los docentes tuvieran, en el mejor de los casos, un papel secundario en la construcción de estos y, por tanto, que la responsabilidad recayese íntegramente en los estudiantes.

Otra cuestión es que son una gran mayoría de autores los que hacen poco hincapié en que los EPA requieren del desarrollo de competencias clave como son la digital y la crítica. De ahí que la labor docente sea fundamental como mediadores en competencia digital y crítica, ya que pueden facilitar estrategias para que estos optimicen e integren el EPA en su aprendizaje formal teniendo en cuenta, además, las nuevas literacidades y, en consecuencia, nuevas prácticas letradas vernáculas y académicas digitales.

Así pues, es fundamental que los docentes y los discentes estén alfabetizados digitalmente (Castañeda et al., 2022) entendiéndose como la capacidad de acceder, gestionar, comprender, integrar, comunicar, evaluar y crear informaciones mediante la utilización segura y pertinente de las tecnologías digitales para el empleo, un trabajo decente y la iniciativa empresarial (Unesco, 2025). Por otro lado, esto implica que el alumnado sea consciente de su huella digital, la necesidad de crear una identidad digital responsable y segura que tenga en cuenta aspectos éticos y legales del uso de internet y artefactos digitales.

En definitiva, los EPA democratizan el aprendizaje, ya que permiten que todas las personas tengan la oportunidad de formarse continuamente. En el terreno de la enseñanza de lenguas extranjeras/adicionales, en los últimos diez años se ha incrementado la bibliografía en relación a la implementación de los EPA tanto en la formación de futuros docentes o relativa a los discentes (Asensio y Andújar, 2025) donde la IA ofrece nuevas realidades para los EPA por su capacidad de generar aprendizaje adaptativo y autorregulado.

2.3. Inteligencia Artificial Educativa en el aprendizaje lingüístico

Estudios recientes (Villarrubia Zúñiga, 2024) muestran el creciente interés en la IAE aplicado a la enseñanza de lenguas adicionales para su uso en el autoaprendizaje fuera de las aulas e implementado dentro.

Esta tendencia ha promovido la creación de *ALIA* (2024), una iniciativa española pionera en la Unión Europea que busca proporcionar una infraestructura pública de recursos de IA, como modelos de lenguaje abiertos y transparentes, para fomentar el impulso del español y lenguas cooficiales (catalán/valenciano, euskera y gallego) y también en inglés para el desarrollo y el despliegue de la IA.

Algunos autores como Rodríguez et al. (2024) reflexiona sobre la Inteligencia Artificial (IA) y cómo está transformando la educación. En su artículo analiza, además, el uso de la IA como recurso didáctico, en su caso, sobre la enseñanza del inglés como segunda lengua (L2). Sus hallazgos destacan los beneficios de la IA en el desarrollo de competencias y el dominio del idioma, aunque todavía queda mucho por investigar y mejorar para aprovechar su potencial al máximo en distintos contextos educativos.

3. METODOLOGÍA

Este apartado tiene como objetivo ofrecer el diseño de análisis de aplicaciones que emplean la Inteligencia Artificial (AI) que pueden ser empleados en la enseñanza y aprendizaje del español como lengua adicional (EL/A) en la enseñanza obligatoria española (Primaria–ESO). Para ello, se han considerado dos dimensiones principales de la selección y análisis de *chatbots*: 1) Su relación con las dimensiones de los EPA: herramientas para recopilar información; para crear y modificar contenido; para compartir y colaborar con otros información-contenido; para reflexionar y evaluar o para conectarse con otras personas o generar redes o comunidades. 2) Su aplicación en las actividades comunicativas de la lengua descritas en el *MCER* (Consejo de Europa, 2002, 2020): comprensión, expresión, interacción y mediación oral/escrita y, además, multimodal.

3.1. Diseño de análisis

La propuesta de diseño de investigación que se presenta es de tipo cualitativo descriptivo-valorativo combinando la descripción detallada de los fenómenos estudiados de la IAE con la valoración de sus características, cualidades e impacto. Este tipo de diseño es especialmente útil para explorar, como en este caso, temas poco investigados y así, evaluar aspectos específicos del fenómeno de la IAE en el aprendizaje de lenguas. El método que proponemos entendemos que permite seleccionar, describir y valorar aplicaciones que emplean AI para la enseñanza-aprendizaje del español como lengua extranjera/adicional.

3.1.1. Selección de los recursos

Como primera observación, antes de proceder a la presentación del sistema de análisis, es necesario realizar una selección de materiales para lo que hemos considerado los siguientes criterios de inclusión e integración: a) Incluir aplicaciones que proporcionen actividades interactivas y flexibles que favorezcan el aprendizaje autónomo; b) Ser accesibles y gratuitos, en coherencia con la filosofía de los recursos educativos abiertos (REA); c) Ser adaptables a diferentes niveles del MCER (A1-C2); d) Poder establecer su categorización en función de las dimensiones de los EPA; e) Fomentar la comunicación real y contextualizada y la interacción en español.

3.1.2. Propuesta de análisis

Atendiendo a los criterios anteriores, los materiales digitales recopilados, dada la naturaleza de estos, se han diseñado estos criterios de análisis descriptivo-valorativo en los que se atiende tanto a aspectos técnicos generales como otros concretos relacionados con la enseñanza de lenguas adicionales; también atendemos a su adaptabilidad en el marco de EPA (Véase la Tabla 1), a distintos factores que van de lo pedagógico a lo técnico (véase la Tabla 2) y otra con criterios de evaluación (véase la Tabla 3). Las tablas se encuentran bajo licencia de CC BY-NC-SA 4.0.

Tabla 1. Criterios de análisis para *chatbots* y aprendizaje de lengua adicional.

Características Técnicas	Enfoques / Metodologías	Dimensión lingüística	Dimensión cultural	Aplicabilidad en el aprendizaje de lenguas	Dimensiones del EPA
Tipo de IA utilizada: Accesibilidad: Idiomas disponibles: Nivel de personalización: Interacción multimodal:	Enfoque / metodología	Actividades comunicativas de la lengua (oral/ escrita/ multimodal) Gramática y vocabulario Pragmática Comunicación no verbal	Materiales auténticos Variaciones dialectales, jergales, etc. Vínculos interculturales	Tipo de usuario: Principiantes (A1-A2) / Intermedios (B1-B2) / Avanzados (C1-C2) Uso en educación formal Modalidad de uso Interacción Adaptación personalizada Tipos de evaluación	Gestión de la información y los recursos Creación de conocimiento Interacción y colaboración Reflexión y autogestión Conectividad usuarios /otras plataformas o recursos

Fuente: Asensio Pastor, 2023; 2025.

Tabla 2. Factores pedagógicos, motivación, de inclusión intercultural y técnicos.

Elementos pedagógicos	motivación	inclusión intercultural	Factores técnicos y funcionales	Usabilidad y accesibilidad
Adaptación al perfil del estudiante Tipo de progreso (rutas) Flexibilidad Tipo de retroalimentación (inmediata o continua)	Tipo de recompensa Medición de la competencia afectiva y emocional Vínculo con el docente Vínculo con otros discentes	Materiales auténticos Variaciones dialectales, jergales, etc. Vínculos interculturales	Tecnologías y funcionalidades Tipo de inteligencia artificial utilizada (procesamiento del lenguaje natural, reconocimiento de voz, etc.). Interacción multimodal (texto, voz, imágenes, video). Seguridad de los datos y política de privacidad (Normativas). Conectividad con plataformas educativas o entornos de aprendizaje personalizados.	Diseño intuitivo y adaptativo para usuarios de diferentes niveles tecnológicos. Accesibilidad para personas con discapacidades (lectura de pantalla, opciones de subtítulos, etc.). Compatibilidad con múltiples dispositivos (móvil, tableta, ordenador).

Fuente: Villarrubia Zúñiga, 2024

Tabla 3. Criterios de evaluación.

Criterios	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10
Personalización del aprendizaje	No se adapta en absoluto a las necesidades del estudiante.	La personalización es mínima y no aborda las necesidades clave.	Algunas necesidades son reconocidas, pero la personalización es limitada.	El aprendizaje es moderadamente personalizado, abarcando la mayoría de las necesidades.	El aprendizaje está completamente personalizado, abordando todas las necesidades del estudiante.
Usabilidad y adaptabilidad	Difícil de usar, interfaz poco intuitiva.	Requiere aprendizaje previo o tiene errores.	Funcional, pero con margen de mejora.	Diseño amigable, intuitivo y adaptable.	Experiencia de usuario óptima, con accesibilidad total.
Interacción y retroalimentación	No se ofrece retroalimentación o es completamente ineficaz.	La retroalimentación es escasa, imprecisa o no personalizada.	La retroalimentación es clara y consistente, pero aún puede mejorarse.	La retroalimentación es detallada, oportuna y relativamente específica.	La retroalimentación es continua, detallada y completamente personalizada, favoreciendo el progreso del estudiante.
Seguimiento del progreso	No se realiza seguimiento del progreso del estudiante.	El seguimiento es poco frecuente y sin ajustes en el aprendizaje.	El seguimiento es adecuado, pero no se realizan ajustes significativos.	El seguimiento es frecuente y se hacen algunos ajustes basados en el progreso.	El seguimiento es continuo, preciso y se ajustan las estrategias de aprendizaje a las necesidades individuales.
Evaluación	No incluye mecanismos de evaluación.	Evaluación muy básica y sin personalización.	Evaluación funcional con algunos elementos adaptativos.	Evaluación detallada con opciones de personalización.	Evaluación robusta con IA avanzada y <i>feedback</i> en tiempo real.
Ventajas y desventajas	Predominan las desventajas sobre las ventajas.	Más desventajas que ventajas.	Equilibrio entre ventajas y desventajas.	Ventajas significativas con pocas limitaciones.	Múltiples ventajas y pocas o ninguna limitación importante.

Fuente: Asensio Pastor, 2023; 2025.

4. CONCLUSIONES

La integración de la IA y los EPA en la enseñanza de español como lengua adicional ofrece un enfoque innovador y efectivo para abordar las necesidades del alumnado con diversidad lingüística tanto en aulas específicas para aprender la lengua como en ordinarias con otros compañeros nativos; estas ofrecen aplicaciones que, si bien no sustituyen a los docentes, permiten una autorregulación del aprendizaje y personalizado en un marco de aprendizaje ubicuo.

Ahora bien, la IA es una tecnología emergente, o si se prefiere convergente, que se caracteriza por ser innovadora y con la capacidad de ofrecer mejoras frente a otras más tradicionales ya consolidadas; esta, como sabemos, no ha alcanzado su nivel máximo de madurez en el contexto de modernidad líquida en la que nos hallamos, empleando el concepto de Bauman. Sin embargo, con una propuesta como la que ofrecemos en este artículo, podemos comprobar las posibilidades de estas en el terreno de la enseñanza de lenguas extranjeras y el desarrollo de los EPA. Así, podemos establecer los siguientes beneficios de la IA en la enseñanza de EL/E-A. Por una parte, permite personalizar el aprendizaje: puede adaptar los contenidos y las actividades al nivel, necesidades y ritmo de aprendizaje del estudiante. En segundo lugar, ofrece una interacción y retroalimentación inmediata tanto oral como escrita en tiempo real. Por otra parte, posibilita simular contextos comunicativos reales que permiten la inmersión lingüística. En cuarto lugar, presenta aplicaciones para acceder a materiales o crearlos en cualquier momento y lugar, lo que ha mejorado gracias a la *m-learning*. En quinto lugar, tienen la capacidad de poder analizar el progreso de los aprendientes e identificar las dificultades que estos encuentran.

Por otro lado, existen una serie de limitaciones y desafíos a los que debe enfrentarse la IA que indicamos a continuación. Así, en primer lugar, está limitada en la dimensión cultural, pragmática y la comunicación no verbal por lo que la interacción humana sigue siendo fundamental. En segundo lugar, genera dependencia tecnológica e infraestructura para implementarlas en las aulas y fuera de ellas; esto supone también el acceso a internet. Esto hace que puedan existir brechas digitales entre centros y estudiantes con niveles distintos de recursos. Por último, implica la necesidad de formación de los docentes de manera continua para integrar eficazmente estas tecnologías en su práctica pedagógica lo que se traduce en tiempo de estos y recursos adicionales de estos y la administración.

Con lo expuesto, entendemos que el papel del docente sigue siendo importante y decisivo en los procesos de enseñanza-aprendizaje; este debe ser un mediador pedagógico, capaz de colaborar en el desarrollo y la mejora de la competencia crítica y digital del estudiante. Este puede controlar aspectos pragma-culturales que la IA no controla y la fiabilidad de los materiales empleados. Requiere, por tanto, que colaboramos desde la universidad y otros ámbitos formativos a que los docentes del futuro tengan la formación adecuada para hacer frente a los retos que supone la IA, así como el propio compromiso personal para seguir formándose; los EPA juegan un papel importante, pues mediante la construcción, gestión y actualización constante de estos, se favorece el desarrollo y mejora de la competencia profesional y docente.

En última instancia, entendemos que la propuesta de análisis descriptivo-valorativa que ofrecemos sobre herramientas IA debe complementarse con otros estudios específicos de empleo en las aulas. Por tal motivo, nos encontramos en el diseño de otra fase de nuestra investigación que está orientada a docentes y especialistas para la obtención de su percepción sobre la eficacia de los recursos de IA y EPA en la enseñanza de español como LA.

AGRADECIMIENTOS/APOYOS

La Red/ELE *Transdisciplinariedad y multimodalidad en la enseñanza-aprendizaje de primeras lenguas y adicionales: Innovación educativa y transferencia de conocimientos interinstitucional* de la Universidad de Alicante que coordina la Profa. Dra. M. S. Villarrubia Zúñiga.

REFERENCIAS

- Aller Carrera, T. (2019). Evolución de los Materiales Didácticos en la Enseñanza de una Lengua Extranjera: La Conversión del Profesor Analógico al Docente Digital. *EDUSER: Revista de educação*, 11(2), 31- 42. <https://acortar.link/ETCOTV>
- Álvarez, E. y Alejandre, L. (2018). Virtual learning environments and the democratization of knowledge: the online training of SFL teachers in the technological society. *Lenguaje y textos*, 48, 45-57. <https://doi.org/10.4995/lyt.2018.10534>
- Asensio Pastor, M. I. y Ándujar Molina, O. (2025). Los Entornos Personales de Aprendizaje, los ODS y el aprendizaje de lenguas adicionales: estudio de caso en alumnado migrante. *Alfinge. Revista de Filología*, 36, 1-23. <https://doi.org/10.21071/arf.v36i.17653>.
- Asensio Pastor, M. I. y Medina Beltrán, M.F. (2023). Review of the legislative framework for attention to the linguistic diversity of foreign students in the Spanish educational system. *Porta Linguarum Revista Interuniversitaria de Didáctica De Las Lenguas Extranjeras*, (6), 109–124. <https://doi.org/10.30827/portalin.viVI.28690>
- Attwell, G. (2007). Personal Learning Environments – the future of eLearning? *eLearning Papers*, 2(1), 1-8. <https://acortar.link/1Yr8Jn>
- Burbules, N. C. (2012). *Ubiquitous learning and the future of teaching*. <https://doi.org/10.15572/ENCO2012.01>
- Castañeda, L. y Adell, J. (eds.) (2013). *Entornos personales de aprendizaje: Claves para el ecosistema educativo en red*. Marfil.
- Castañeda, L., Attwell, G. y Dabbagh, N. (2022). Entornos personales de aprendizaje como marco de la educación flexible: explorando consensos, enunciando preguntas y marcando desafíos. *EduTec, Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (79), 80–94. <https://doi.org/10.21556/edutec.2022.79.2347>
- Consejo de Europa (2002). *Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas: Aprendizaje, enseñanza, evaluación*. <https://acortar.link/ROZAS>
- Consejo de Europa (2020). *Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas: Aprendizaje, enseñanza, evaluación*. Volumen complementario. <https://www.coe.int>
- Escobar Hernández, J. C. (2021). La Inteligencia Artificial y la Enseñanza de lenguas: una aproximación al tema. *Decires*, 21(25), 29–44. <https://doi.org/10.22201/cepe.14059134e.2021.21.25.3>
- Harmelen, M. (2006). Personal Learning Environments. En Kinshuk, R. Koper, P. Kommers, P. Kirschner, D. G. Sampson y W. Didderen (eds.) Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06), 5-7 de julio Kerkrade, Netherlands (pp. 815-816). IEEE Technical Committee on Learning Technology; IEEE Computer Society, & Fontys University of Applied Sciences, The Netherlands <https://doi.org/10.1109/ICALT.2006.1652565>
- Krstić, L., Aleksić, V., & Krstić, M. (2022). Artificial Intelligence in Education: A Review. Artificial Intelligence in Education. En *9th International Scientific Conference Technics and Informatics in Education – TIE, 2022: 223-228, 16-18 febrero 2022. Session: IT Education and Practice Review paper*. <https://doi.org/10.46793/TIE22.223K>

- Meza Cano, J. M., Morales Ruiz, M. E. y Flores Macías, R. del C. (2016). Variables individuales relacionadas con la instrucción en el uso de entornos personales de aprendizaje. *Educación*, 25(48), 87-106 <http://doi.org/10.18800/educacion.201601.005>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2021). *El aprendizaje a lo largo de la vida*. <https://acortar.link/yDXyaO>
- Olivier, B. y Liber, O. (2001). Lifelong learning: The need for portable personal learning environments and supporting interoperability standards. *The JISC Centre for educational technology interoperability standards*, Bolton Institute.
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://acortar.link/hSjKAO>
- Rajendran, R. y Munusamy, K. (2020). Personal Learning Environments and the Role of AI in Language Acquisition. *Language Learning & Technology*, 24(4), 78-92.
- Reinders, H. y White, C. (2016) 20 years of autonomy and technology: How far have we come and where to next? *Language Learning & Technology*, 20(2), 143–154. <https://doi.org/10125/44466>
- Ribera Sánchez, C. (29 de noviembre de 2017). ¿Estamos listos para la Web 5.0? Infotecarios. <https://acortar.link/Z2491Z>
- Rodríguez Fuentes, A., Sancho Noriega, C., Cabrera Torres, A. A. y Vílchez Delgado, R. M. (2024). Revisión sistemática sobre la Inteligencia Artificial para el aprendizaje del inglés L2. *Porta Linguarum Revista Interuniversitaria De Didáctica De Las Lenguas Extranjeras*, (11), 91–107. <https://doi.org/10.30827/portalin.viXI.30221>
- Sharma, M. y Pathak, I. P. (febrero de 2022). Integrating Web 3.0 Tools for Online Language Teaching and Learning: Prospects and Challenges. In *Proceedings of the International Conference on Best Innovative Teaching Strategies (ICON-BITS 2021)*.
- Unesco (11 de febrero de 2025). *Qué debe saber sobre la alfabetización*. <https://www.unesco.org/es/literacy>
- Villarrubia Zúñiga, M. S. (2024). Las implicaciones de la inteligencia artificial en la personalización del aprendizaje lingüístico para las primeras etapas educativas. In *Proceedings. 3rd International Congress: Humanities and Knowledge* (pp. 45-45). Octaedro.
- Wheeler, S. (11 de julio de 2010). Anatomy of PLE. *Blog Learning with 'e's*. <https://acortar.link/VFfk56>

Capítulo 3. Digital education for equity: a review of program effectiveness in the use of technology to increase access to quality education around the world

Nadia De León Sautú

Centro de Investigación Educativa CIEDU AIP (Panamá)

Instituto de Investigaciones Científicas y Servicios de Alta Tecnología INDICASAT AIP (Panamá)

Sistema Nacional de Investigación de Panamá (Panamá)

Delfina D'Alfonso

Aura López de Ramos

Centro de Investigación Educativa CIEDU AIP (Panamá)

Alberto Alonzo

Centro de Investigación Educativa CIEDU AIP (Panamá)

Universidad Tecnológica de Panamá (Panamá)

Abstract: Technology can be utilized as a promising tool to deliver education to those who would otherwise have no or minimal access to it, as well as to improve the quality of education provided to students, thus minimizing inequality. This paper provides an overview of different digital education programs from around the world, focusing on their results, effectiveness, and scalability. The research methodology involved a review of the existing literature on such programs, which were then organized based on whether they were mainly led by public entities, private enterprises, or nongovernmental organizations. Program results are varied, with mostly positive impact on student learning and motivation outcomes, which may be largely mediated by teacher attitudes and skills, as well as local access to infrastructure, resources, and maintenance. NGOs and private sector involvement have positive effects, but often also require the participation of governments for a large-scale impact. Collaboration across diverse stakeholders and teacher participation is recommended.

Keywords: digital education, educational equity, technology integration, program effectiveness, public-private partnerships

1. INTRODUCTION

According to UNESCO (2020), half of the total number of students excluded from classrooms during the COVID-19 pandemic worldwide (around 826 million students) do not have access to a computer at home, and 43% (around 706 million students) do not have access to the internet at home. Disparities between different sectors are accentuated in low-income countries: in sub-Saharan Africa, for example, 89% of students do not have access to home computers, and

82% lack Internet access. This is especially relevant when considering that it was a time when digitally-based distance learning was used to ensure educational continuity in the vast majority of countries (UNESCO, 2020).

Even though the internet is present in high-income countries for developing daily life and work activities, this is not the case in most middle and low-income countries. According to UNICEF (2020, p.1), “in 71 countries worldwide, less than half the population has access to the internet”. Currently, the most worrying obstacle to access to education is connectivity.

Internet connectivity can mitigate inequalities around the world by promoting economic, social, and political inclusion. For this reason, many policy recommendations that address the digital divide focus on increasing connectivity as the main priority (Friederici et al., 2017; Philip et al., 2017). Inequitable access to digital devices and connectivity has a negative impact on opportunity, leading to equity gaps in education, social, and economic sectors (Van Dijk, 2020). High-speed internet seems to be an essential component for social infrastructure during this century. Programs adapted to disadvantaged groups in a particular community, addressing inequalities in access to the internet, access to digital tools, and digital skills, can improve educational opportunities for all students (OECD, 2022).

Without devices and reliable connectivity, it is difficult for students to thrive in the modern world. Digital competence is increasingly demanded by societies to prosper (Van Dijk, 2020), following the accelerated pace at which the technological and scientific fields develop. However, by prioritizing the design of digital education programs and their effective implementation, societies can facilitate a more equitable education that is aligned with 21st-century demands.

Many programs worldwide have long utilized technology as a way to bring education to areas where there are no teachers, or where there are insufficient or undertrained teachers, or where some children are not able to attend schools. Such is the case of The 60 Million Girls Foundations (Weibe, et al., 2022), Internet-in-a-Box (Gray, 2015), and the Hole in the Wall model (Mitra & Dangwal, 2021). Others have utilized rugged devices and access to the internet to provide more equal access to minimal and quality educational resources, depending on the context, as is the case with the One Laptop per Child Program (OLPC), one of the longest-standing and largest such programs. In 2005, Professor Nicholas Negroponte from MIT founded the OLPC program to jumpstart the education reform process by delivering to the world’s lowest-income children low-cost laptops called XO (Fajebe et al., 2013). During the COVID pandemic, the importance of these programs increased considerably, as suddenly most children around the world depended on technology to access education. However, it was obvious that the field of education policy had been collecting insufficient evidence as to the characteristics that would make such efforts most effective. Due to the continued need around the world to provide more equitable access to digital education, continued efforts are required on this strategic topic.

2. METHOD

This study employed a systematic literature review methodology to identify, select, and analyze global digital education programs aimed at improving access to quality education and reducing educational inequality. The review followed a structured search strategy to ensure transparency, reproducibility, and comprehensiveness in the identification of relevant sources.

In the first stage of program identification, researchers utilized a combination of general and academic search engines—primarily Google and Google Scholar—employing groups of key-words in both English and Spanish: digital access to education, digital access to education program, digital access to education policy, technology access to education, technology access to education program, technology access to education policy, and their Spanish equivalents.

The inclusion criteria were: a) programs with documented implementation in primary or secondary education; b) programs that explicitly aimed to improve access or equity through the use of digital education technology; c) availability of empirical data, evaluation reports, or academic publications describing their results or effectiveness; d) accessibility of the information through open online sources.

In the second stage, the same search strategy was repeated, this time incorporating the specific names of the identified programs alongside the original keyword groups. The objective was to locate empirical evidence or impact evaluation reports that demonstrate the programs' effectiveness in improving digital access to education or reducing educational inequalities through technology. This review focused on locating publicly accessible documentation and empirical evidence related to digital education initiatives implemented by governmental entities, private organizations, and non-governmental organizations (NGOs).

Exclusion criteria included programs lacking evidence of implementation or impact, corporate marketing campaigns without educational research backing, or initiatives focused exclusively on higher education.

The identified programs were then categorized based on the type of leading organization: a) public programs led by governments or national education ministries; b) private sector initiatives, including corporate-led or edtech enterprise interventions; c) NGO-led programs, often in collaboration with local communities or international donors.

The analysis placed special emphasis on studies or evaluations that documented student learning outcomes alongside their motivational levels and attendance in school or usage of technology. The review process prioritized comparative or experimental data whenever such information was available to evaluate program effectiveness. The review process examined contextual factors, including the availability of infrastructure, along with teacher training programs and community participation, which supported sustainability mechanisms.

Due to the heterogeneity of contexts and sources, the synthesis of findings was primarily qualitative and narrative, focusing on patterns of success, limitations, and transferability of lessons across regions. This approach allowed for the identification of emerging trends, critical success factors, and suggestions for further research.

3. FINDINGS

The primary objective of promoting digital delivery of education is to make access to education more inclusive and equitable. This is of crucial relevance in regions where children would otherwise have no access to schools or teachers. Secondarily, digital delivery of education can enhance access to quality education in areas with non-trained or under-trained teachers, limited resources, limited school coverage, and other access challenges. Finally, digital education may certainly also be utilized to enable access to a wider range of content and to guarantee a more

inclusive and accessible learning environment in any educational system.

Innovation in information and communication technology (ICT) plays a crucial role in facilitating the development of global connectivity and appropriate devices, which in turn make quality digital education possible. However, the deployment of digital education technologies is carried out through public, private or mixed programs, which inevitably face a variety of implementation opportunities and challenges in order to deliver effective educational experiences to children worldwide. Based on the large-scale deployment of digital education access programs, the debate remains as to whether the use of ICT in the classroom enhances student learning, with empirical results being mixed. In order to explore the lessons learned from such experiences, we present experiences from past programs organized by the lead managing organization: government programs, entrepreneurial programs, and programs run by NGOs or foundations.

3.1. Public programs and their results

Governments worldwide have implemented digital education programs as part of their efforts to enhance educational systems. However, it is difficult to find consensus on program effectiveness and best practices. This section explores various approaches and initiatives implemented by governments to assess the impact and outcome of digital education programs, including the use of quantitative and qualitative data, surveys and standardized tests.

OLPC programs have been evaluated by several governmental educational institutions that have undertaken their implementation. In the case of Catalonia, by providing laptops to students from 2009 to 2016, the Education Department of the Catalan regional government focused on closing digital literacy skills inequalities, and evaluated by exploring variations across cohorts between schools. However, the results consistently indicated a negative impact on students' performance in Catalan, Spanish, English, and Mathematics standardized assessments. In terms of school characteristics, students attending public schools were found to be more likely to have greater gaps after taking the tests in 6 and 10 grades than their private school counterparts (Mora et al., 2018).

Meanwhile, in Uruguay Plan Ceibal, OLPC launched in 2007, providing XO laptops to every child in public schools and their teachers. The program aims to enhance education by integrating technology into classrooms and promoting equal opportunities. It also fosters collaboration among students, teachers, and families while promoting electronic literacy and ethical use of technology. A study assessed the Plan Ceibal's impact on public school students in Uruguay finding a positive effect on math performance (approximately one-fifth of a standard deviation) but no impact on reading. The results remained consistent across various analysis models and when considering all students as well as only sixth graders (Ferrando et al., 2011). OPC has also been implemented in Portuguese speaking countries, such as the Minerva Project and the Technological Plan in Education in Portugal (1995-1994 and 2018, respectively), as well as the Educom project and the *Um computador por aluno* program in Brazil (1984 and 2010, respectively) (Barbante, 2021), with mixed and limited findings in terms of student learning.

There is no exhaustive national-level information available regarding the use of ICT in secondary education in Latin American countries. Only a small group (Chile, Panama, Trinidad and Tobago, and Uruguay) took the complementary ICT questionnaire of the Programme for

International Student Assessment (PISA) applied in 2012. Through the *Conectar Igualdad* program, the Argentinean government used the PISA results in a propensity score matching (PSM) technique and found a statistically significant difference in average educational performance between the group of students who benefited from the *Conectar Igualdad* program and those who did not. Although this program was initiated as a federal policy to close digital, educational and social gaps, by guaranteeing access and use of ICT through the distribution of laptops to all students and teachers of public school, this difference does not necessarily translate into a significant change in comparison to the educational performance of private schools (Alderete & Formichella, 2016).

In Colombia, the *Computadores para Educar* program provided computer equipment to basic and secondary public education institutions, as well as training teachers and parents in the use of ICT. An impact evaluation studied the program results between 2014 and 2018 on the following outcomes: dropout rate, repetition rate, academic achievement (measured by SABER 11 test scores) and admission rate to Higher Education Institutions. The resulting analysis identified a significant positive impact on all four variables in schools receiving equipment, and a positive impact on repetition rate at the schools where teachers received training. There were mixed findings in terms of impact on knowledge, skills and attitudes towards ICT in teachers, parents and principals, with better outcomes in urban than in rural regions. The study highlights the importance of considering the direct beneficiaries of the *Computadores para Educar* program strategies. The role and contexts of teachers and principals, as well as their roles in the technology adoption process, should be taken into account before impact on students can be measured (Rodríguez Orgales, Sánchez Torres & Márquez Zúñiga, 2011; Universidad Nacional de Colombia, 2018).

3.2. Private programs and their results

While many country-wide programs around the world have been implemented by national governments, others have been led by private entities, such as NGOs as well as corporations and educational start-ups. For example, the persistent rise in mobile or cell phone access in Africa created the opportunity to educate more people at less cost. And so, multiple private organizations have aimed at solving illiteracy challenges through various mobile technology initiatives. One such initiative is Eneza Education, a startup enterprise in Kenya, where only a third of students finish high school and the student to teacher ratio is very large due to lack of quality-trained teachers. Eneza provided a solution by delivering educational interactive study content through text messages meant to actively engage students. It also developed a solution to help teachers and parents to evaluate and monitor students' performance. An evaluation study shows that students who use it have increased their study period by at least 2 hours per day (Oluwatobi & Olurinola, 2015).

Digital inclusion projects in education have been held in Angola with both governmental and private endorsement. The *Escola Meu Kamba* is a project held since 2014 by the government of Angola initiative in partnership with a private company that pursued the integration of ICT equipment in primary education in all provinces. It also integrated programmatic contents in Portuguese Language, mathematics and natural science. Similar projects have been carried out

in Angola, such as Escola-Net, held by Unitel and supported by Huawei which sought to benefit around 18,000 students in public and private institutions in all Angola provinces.

Additionally, in 2016 *Fundación Telefónica y Fundación La Caixa* launched the *Escola Pro-Futuro* program in Angola. A descriptive study compared all three based on classroom observations, and school visits with interviews to principals, teachers and students. Results documented the success of the ProFuturo program based on its adaptability, ease of use and entertaining content, and provision of technical assistance and solar panels. ProFuturo was conceived to reduce inequality by providing quality digital education to children in disadvantaged communities in Latin America, Sub-Saharan Africa and Asia, by training teachers and enable students to develop competencies for their personal and professional future through the use of classroom sets of tablets with high quality educational content (Barbante, 2021).

3.3. Programs managed by NGOs or Foundations

Non-governmental organizations also coordinate educational transformation opportunities through digital education, with the support of government agencies or on their own. This section summarizes the impact of digital educational programs led by NGOs, and the evidence collected by the interested parties regarding their effectiveness.

For example, in Rwanda, the OLPC program was implemented in alliance with a local NGO. Most primary school teachers who implemented the OLPC initiative program in Rwanda, perceived the program as a computer literacy and learning project, with both positive and negative impact. Some teachers reported that some students became more empowered learners, while others expressed that some students became rude and disruptive in class. A portion of the participating teachers also found laptops to be useful teaching tools, utilizing them for their traditional curriculum and rote learning (student-centered learning). Others reported perceiving the laptops as a self-directed learning tool (which resonates more closely with the broader OLPC constructivist vision) and as powerful agents of economic development. Surprisingly, most teachers also perceived themselves (not the students) as the primary users of the devices, and found ways to employ the laptops for both personal and school related work (Fajebe et al., 2013). Another study found that the success of the OLPC program in Rwanda was related to teacher training that includes technological skills, as well as content and pedagogical knowledge. It also highlighted challenges related to infrastructure and adequate ICT needs, as well as the importance of involving different stakeholders, including teachers and learners, in solving challenges related to the integration of ICT into teaching and learning processes (Munyengabe et al., 2017).

In Nepal, between 2009-2010, the impact of the OLPC program was estimated by analyzing how the program and control schools differed (double difference comparisons between schools and within schools) in terms of changes in test scores, attendance rates and measures of non-cognitive skills. The OLPC in Nepal program was developed between Nepal's Department of Education and Open Learning Exchange Nepal (OLE Nepal), a nepali NGO, to enhance the quality of public schools through the use of ICT-integrated teaching and learning approaches. Program school teachers perceived improvement in internal motivation aspects (interest in studies, discipline in studies, student's ability to get along well with others, self confidence, among

others). However, since improvement in internal motivation aspects was true for students who were not provided with laptops, it cannot yet conclude that the change is caused by the program. The exposure to computer-assisted learning in Nepal had no impact or a negative impact on student learning, non-cognitive skills and attendance (Sharma, 2014).

Similar results were found in Peru in 2008 through an experimental study conducted by the Inter-American Development Bank (IDB). A randomized controlled trial (RCT) delivered laptops on 319 schools, stratifying by region, proportion of students and school size, and various conflicting effects were found. The program had no statistically significant effects on performance in students' mathematics or reading comprehension skills, and provided other concerning findings. For example, laptops reduced the probability of doing homework at home and the probability of teachers using collaborative teaching strategies, which would have otherwise increased students' language performance (Yamada et al, 2016).

Meanwhile, in Costa Rica, between 2012 and 2017 the Quirós Tanzi Foundation promoted the OLPC program among primary school students. An evaluation utilizing a difference-in-differences approach found increased school motivation and interest in pursuing higher education among treatment students, but no significant difference between treatment and control students in terms of their interest in white collar jobs or careers in computer science/engineering. The program positively influenced computer usage but had no significant impact on students' achievements (Meza-Cordero, 2017).

The Praekelt Foundation is a nonprofit organization dedicated to using technology to tackle social and public health challenges, with a specific focus on areas such as maternal health, HIV/AIDS, and education in underserved communities. One of their key focuses is the promotion of digital literacy and skills development, particularly among marginalized and underserved populations. Their efforts have had a transformative impact. For example, children in remote communities of Africa with no access to textbooks can access educational materials on their mobile phone (Oluwatobi & Olurinola, 2015).

Meanwhile, the Organization of Ibero-American States for Education, Science and Culture Lights to Learn (LtL) pilot program (OEI, 2016) focuses on educational quality and equity in rural schools in 16 Latin American countries based in five components (Energy, Information and Communication Technologies, Teacher Training, Community Strengthening and Sustainability). A questionnaire was developed with 19 key aspects and used to evaluate program perception in a systematic way (institutional appropriation of central and regional government, local communities, and schoolteachers, connectivity, operability, etc.). Strengthening of teaching skills included stakeholders beyond teachers, and the project implementation has been generally successful, with minor challenges noted in areas such as connectivity and sustainability. According to the results, the sustainability of the project itself was the aspect with the lowest degree of implementation, possibly because the local counterpart (usually the Ministry of Education) does not sponsor the follow-up of the project. However, the minimum relative implementation ranged from 67% in Argentina to 85% in Honduras, Peru and the Dominican Republic. Although LtL provided the computer equipment, connectivity mainly depends on local conditions; thus, without local maintenance support from the local counterpart, sustainability was not possible.

The Teach the World Foundation, a non-profit organization operating in Pakistan, Bangladesh, and Malawi, leads the Microschool program, which leverages mobile technology and digital learning platforms to deliver educational content to primary school students in underserved communities. Through the distribution of tablets and provision of localized digital content, the program has significantly improved students' basic literacy – such as reading and writing simple words and sentences – and their functional skills. In this context, “functional skills” refers to the learners' ability to apply literacy and numeracy competencies in everyday life, such as interpreting simple information, solving practical problems, and communicating effectively within their communities. This includes using reading, writing, and basic math not only for academic purposes but also to improve their personal development and social participation. Independent evaluations have documented measurable improvements in reading and writing proficiency among participating students, attributing success to the integration of community engagement strategies and the active involvement of local educators. The program emphasizes the importance of establishing strong local partnerships and continuous stakeholder feedback mechanisms to ensure long-term scalability and impact. Current efforts are also directed towards refining the initiative's key performance indicators in order to better capture educational outcomes and guide future expansion (Teach The World Foundation, 2021).

Another relevant initiative is the Learning Passport program developed by UNICEF in partnership with Microsoft, currently implemented in Mozambique to support early primary education. The platform provides digital content in Portuguese and mathematics for grades 1 and 2, accessible both online and offline, and aligned with the national curriculum. Initial feedback from teachers and students highlights increased engagement and improved motivation levels. Designed for low-connectivity environments, the program also incorporates teacher training and adaptive learning tools. Although still in early stages, it holds strong potential to bridge learning gaps in underserved communities through localized, portable, and scalable solutions (Flam et al., 2024; UNICEF, 2024).

A complementary effort is the Kolibri Hardware Grants Program, implemented by Learning Equality with support from Google.org. This program was designed to expand access to digital education by providing hardware and an open-source platform that offers interactive, curriculum-aligned educational resources (Kolibri). The program partnered with 48 organizations across 25 countries, distributing over 4,000 devices such as laptops, tablets, servers, routers, and solar energy solutions. It reached approximately 27,312 learners in primary and secondary school levels, in contexts like refugee camps, rural communities, and low-connectivity schools. Partners reported improvements in students' confidence and learning outcomes, as well as enhanced access to educational content and assessment tools. The program also enabled flexible integration of Kolibri's innovative content into classroom instruction (Learning Equality, 2023).

Finally, Worldreader stands out as a digital initiative focused on promoting literacy in vulnerable communities by offering free access to eBooks via mobile phones with the BookSmart app. Implemented across Africa and Asia, the platform targets low-resource settings to expand access to reading materials. A 12-week study conducted in 14 public schools in Kenya evaluated the impact of the app on grade 3 students and their caregivers through a treatment and control group design. Results showed that intervention groups exhibited higher engagement with

the app than the control group. Additionally, the percentage of caregivers who felt ‘very comfortable’ using mobile reading apps increased from 43% at baseline to 68% post-intervention (Nicolai et al., 2023).

4. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The COVID-19 pandemic has highlighted the digital division in education, with a significant number of students lacking access to mobile devices and internet at home and school. This is a prominent issue in low-income and developing countries, where many students have no access to essential educational resources. As distance learning became the standard during the pandemic, the lack of connectivity created further disparities in educational opportunities. Policymakers and educators worldwide are prioritizing closing these gaps by bridging the digital divide and promoting inclusion. Governments, private enterprises, and NGOs around the world have undertaken various initiatives to address digital education disparities. These programs aim to provide access to connectivity, digital tools, and skills development. However, the effectiveness of these programs varies significantly.

Governments worldwide have tried to implement digital education programs, but measuring their effectiveness remains a challenge. The impact of these programs on student learning is still in question, with studies providing mixed empirical results. For example, a program in Catalonia that provided laptops to students showed consistently negative impacts on standardized assessments. Similarly, the inclusion of digital technologies in educational materials in Argentina was found to have limited results (Giammateo & Alvarez, 2017). However, in Colombia, the impact evaluation of their governmental program showed positive effects on school performance indicators as well as diminished drop out rates. Government-led digital education programs have yielded mixed results. For example, the government-led OLPC programs had varying outcomes in different regions, and its impact on student learning remains a subject of debate. *Plan Ceibal* in Uruguay and *Conectar Igualdad* in Argentina demonstrated positive effects in some areas but not in others.

Private organizations have also played a role in bridging the digital divide. Initiatives such as the *Escuela ProFuturo* project worldwide have provided digital education opportunities to vulnerable populations. Startups like Eneza Education in Kenya have shown promising results in increasing student engagement and study time through mobile technology. However, private enterprises often cannot have an effect beyond limited entrepreneurial initiatives, and large scale impact often depends on successful partnerships with the government.

Non-governmental organizations (NGOs) have made significant contributions to digital education, particularly in developing countries and underserved communities. Programs like Lights to Learn (LtL) have focused on improving educational quality and equity in rural areas of Latin American countries. The effectiveness of OLPC programs led by NGOs also varied across different countries, with limited and mixed results in terms of student learning outcomes.

In conclusion, digital education programs have the potential to bridge the digital divide and promote equitable access to education. While the effectiveness of these programs varies, some have documented positive impacts on engagement, motivation, and learning for students and

teachers. Future research and action should focus on fine-tuning program design, addressing physical and digital infrastructure needs, and overall, ensuring sustainability to further enhance the quality and closing technology gaps by providing teacher training, and engaging governmental and community stakeholders as needed.

The COVID-19 pandemic highlighted the significant disparities in internet connectivity and access to digital devices, particularly in low-income countries, which hindered educational continuity. Bridging the digital divide is imperative for ensuring educational opportunities for all.

4.1. RECOMMENDATIONS

It is recommended that digital education programs prioritize marginalized populations to ensure that digital education contributes to greater equity and inclusion in education (OECD, 2022). Given the diverse contexts in which such programs are implemented, a one-size-fits-all approach is unlikely to be effective. Therefore, it is essential to adapt digital education initiatives to the specific needs and challenges of each target population, taking into consideration regional disparities and existing infrastructure constraints.

Digital education programs should be grounded in rigorous empirical evidence, with a strong emphasis on research and systematic data collection to assess their impact on learning outcomes and other key indicators. Furthermore, mechanisms for continuous evaluation and iterative improvement should be established, enabling regular assessment of their effectiveness in enhancing student learning, digital literacy, and related outcomes, and informing strategic adjustments as needed.

It is essential to invest in comprehensive teacher training that includes technological skills, content knowledge, and pedagogical strategies for integrating technology into teaching and learning. Given their central role, teachers must be adequately prepared to implement digital education initiatives. Moreover, fostering the active engagement of local communities and parents can enhance the effectiveness and acceptance of these programs..

Digital education programs should be developed with a long-term vision aimed at achieving sustainable and scalable solutions. This requires fostering collaboration among key stakeholders—including governments, private sector actors, NGOs, and local communities—in order to pool resources, share expertise, and coordinate efforts for the effective and equitable implementation of digital education initiatives. To ensure the sustainability of digital education initiatives, it is essential to address infrastructure-related challenges, such as reliable internet connectivity and ongoing device maintenance. Establishing strong local support systems and fostering partnerships at the community level are also critical components for achieving long-term impact and continuity (Owusu-Ansah, 2015).

There is no clear evidence that programs yield better results if led by governments, enterprises, or NGOs. Multi-stakeholder partnerships that combine diverse strengths –while addressing the needs and resources of students, teachers, parents, school leaders, and the broader community– are better suited to tackle the complex sustainability and contextual challenges identified in this study, including those related to knowledge, attitudes, resources, and practices in the implementation of technology-enhanced education programs.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Global Young Academy, the National Research System of Panama (SNI, by its acronym in Spanish), the Educational Research Center of Panama (CIEDU AIP, by its acronym in Spanish), the Institute for Scientific Research and High Technology Services of Panama (INDICASAT AIP, by its acronym in Spanish), and the National Secretariat of Science, Technology and Innovation of Panama (SENACYT, by its acronym in Spanish).

REFERENCES

- Alderete, M. V., & Formichella, M. M. (2016). Efecto de las TIC en el rendimiento educativo: el Programa Conectar Igualdad en la Argentina. *REVISTA CEPAL 119*, 89-107. <https://hdl.handle.net/20.500.12799/4729>
- Barbante, C. J. S. (2021). Projetos de inclusão digital na educação em angola: avanços e recuos. *Revista Brasileira de Estudos Africanos*, 6(11), 251-267. <https://doi.org/10.22456/2448-3923.104401>
- Fajebe, A. A., Best, M. L., & Smyth, T. N. (2013). Is the one laptop per child enough? Viewpoints from classroom teachers in Rwanda. *Information Technologies & International Development*, 9(3). <https://itidjournal.org/index.php/itid/article/view/1088/445.html>
- Ferrando, M., Machado, A., Perazzo, I., & Vernengo, A. (2011). Aprendiendo con las XO: El impacto del Plan Ceibal en el aprendizaje. *Serie Documentos de Trabajo/FCEA-IE; DT03/11*.
- Flam, R., Ramesh Vasudevan, S., & Coutrim, E. (2024). *EdTech to Support Blended Learning in Mozambique: A curated list of EdTech interventions*. EdTech Hub. <https://docs.edtech-hub.org/lib/DJRV7KZW>
- Friederici, N., Ojanperä, S., & Graham, M. (2017). The impact of connectivity in Africa: Grand visions and the mirage of inclusive digital development. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 79(1), 1-20. <https://doi.org/10.1002/j.1681-4835.2017.tb00578.x>
- Giammateo, M., & Alvarez, G. (2017). La producción de materiales digitales para la enseñanza análisis del aprovechamiento de las tecnologías digitales en el portal educativo argentino Educ. ar. *Traslaciones Revista Latinoamericana de Lectura y Escritura*, 4(8), 42-67. <http://repositorio.ungs.edu.ar:8080/xmlui/handle/UNGS/1775>
- Gray, S. A. (2015). Addressing the challenges of computer literacy among young Haitian adults. Virginia Commonwealth University. <https://scholarscompass.vcu.edu/uresposters/126/>
- Learning Equality. (2023). *Kolibri Hardware Grants Program Reach Report*. Learning Equality. <https://drive.google.com/file/d/1gljqLPHb7n14AaddOrIFDeSDu1zdJPlo/view>
- Meza-Cordero, J. (2017). Digital literacy and long-term labor outcomes: Impacts of the One Laptop per Child Program in Costa Rica. *The Journal of Community Informatics*, 27-47. <https://doi.org/10.15353/joci.v18i2.4828>
- Mitra, S., & Dangwal, R. (2021). Evolution of the “hole-in-the-wall”: A status review. *Prospects*, 52. 209-222. <https://doi.org/10.1007/s11125-021-09552-y>

- Mora, T., Escardíbul, J. O., & Di Pietro, G. (2018). Computers and students' achievement: An analysis of the One Laptop per Child program in Catalonia. *International Journal of Educational Research*, 92, 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2018.09.013>
- Munyengabe, S., Yiyi, Z., Haiyan, H., & Hitimana, S. (2017). Primary teachers' perceptions on ICT integration for enhancing teaching and learning through the implementation of one laptop per child program in primary schools of Rwanda. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(11), 7193-7204. <https://doi.org/10.12973/ejmste/79044>
- Nicolai, S., Khan, A., Kartha, A., Bapna, A., & Kamninga, T. (2023). *Raising Readers: Can mobile technology enable Kenyan schools to improve parent and carer engagement in reading with their children?*. EdTech Hub. <https://docs.edtechhub.org/lib/N2E79MUD>
- OECD (2022), "What makes students' access to digital learning more equitable?", *Teaching in Focus*, No. 43, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/e8107345-en>
- OEI. (2016). *Lights to learn learning program: achievement and challenges (2011-2016)*. Energy for Borders Foundation for the Organization of the Ibero-American States for Education, Science, and Culture. <https://acortar.link/Pgw9hn>
- Oluwatobi, S., & Olurinola, O. (2015). Mobile learning in Africa: strategy for educating the poor. Available at SSRN: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2606562>
- Owusu-Ansah, S. (2015). One laptop per child policy in Ghana: Any impact on teaching and learning. *Library Philosophy and Practice*, 1-20. <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/1290/>
- Philip, L., Cottrill, C., Farrington, J., Williams, F., & Ashmore, F. (2017). The digital divide: Patterns, policy and scenarios for connecting the 'final few' in rural communities across Great Britain. *Journal of rural studies*, 54, 386-398. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.12.002>
- Rodríguez Orgales, C., Sánchez Torres, F. J., & Márquez Zúñiga, J. (2011). Impacto del Programa "Computadores para Educar" en la deserción estudiantil, el logro escolar y el ingreso a la educación superior. *Documentos CEDE, Universidad de los Andes-Facultad de Economía*. <http://hdl.handle.net/1992/8254>
- Sharma, U. (2014). *Can computers increase human capital in developing countries? An evaluation of Nepal's one laptop per child program* (No. 329-2016-13215). <https://ageconsearch.umn.edu/record/169846/?v=pdf>
- Teach the World Foundation. (2021). *LEAP Final Report: Scaling the power of self-learning through digital microschools*. <https://acortar.link/O7fy2K>
- UNESCO. (2020). *Startling digital divides in distance learning emerge*. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/articles/startling-digital-divides-distance-learning-emerge>
- UNICEF. (2022). *FACT SHEET Unequal access to remote schooling amid COVID-19 threatens to deepen global learning crisis*. UNICEF. <https://acortar.link/tDC07o>
- UNICEF. (2024). *Learning Passport Annual Report 2023*. UNICEF. <https://acortar.link/Zix5fe>
- Universidad Nacional de Colombia. (2018). *Informe final del estudio de medición y evaluación de impacto de CPE 2014-2018*. <https://acortar.link/I3Dp3O>
- Van Dijk, J. A. G. M. (2020, August). *Closing the digital divide: The role of digital technologies on social development, well-being of all and the approach of the Covid-19 pandemic* [Conference presentation]. Virtual Expert Group UN Meeting on "Socially just transition

- towards sustainable development: The role of digital technologies on social development and well-being of all. <https://acortar.link/3sJ6bH>
- Wiebe, A., Crisostomo, L., Feliciano, R., & Anderson, T. (2022). Comparative Advantages of Offline Digital Technology for Remote Indigenous Classrooms in Guatemala (2019-2020). *Journal of Learning for Development*, 9(1), 55-72. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1344607>
- Yamada, G., Lavado, P., & Montenegro, G. (2016). The Effect of One Laptop per Child on Teachers' Pedagogical Practices and Students' Use of Time at Home. *IZA Discussion Papers*, No. 10432, *Institute of Labor Economics (IZA)*. <https://www.econstor.eu/handle/10419/161055>

Capítulo 4. El uso de la inteligencia artificial en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato: realidad social y práctica académica

Sara M. Ferrero Punzano

Eva Bautista Ruiz

Universidad Alicante (España)

Cristina Galvañ Mas

Sabrina Samaniego Pardo

IES (España)

Georgina Sebastián Blanes

Universidad Politécnica de Valencia (España)

Resumen: La inteligencia artificial (IA) ha evolucionado desde los años 50, siendo definida por organismos como la Comisión Europea y la UNESCO como sistemas que emulan funciones cognitivas humanas. En el ámbito educativo, su regulación está en desarrollo mediante planes como el “Plan de Acción de Educación Digital 2021-2027”, “España Digital 2026” y el Plan #DigEdu, que promueven el uso ético e inclusivo de la tecnología. Este estudio analiza la familiaridad, percepción y uso de la IA generativa entre estudiantes de 1º a 4º de ESO y 1º Bachillerato, en centros públicos de la Comunidad Valenciana y Murcia. Se aplicaron cuestionarios diferenciados según el nivel educativo a una muestra de 152 estudiantes, destacando la diversidad de género. ChatGPT fue la herramienta más reconocida (53,36%), seguida por Google, Gemini y DALL·E. En cuanto al uso académico, el 46,71% indicó utilizarla ocasionalmente, y un 16,45% nunca. Las funciones más comunes fueron la realización de trabajos, búsqueda de información y resolución de dudas. También se identificaron usos personales en entretenimiento y creatividad. Aunque la IA aún no está plenamente integrada en la educación, su adopción es creciente. Se concluye que es necesario fomentar un uso crítico, seguro e inclusivo de estas tecnologías, alineado con reflexiones académicas recientes.

Palabras clave: inteligencia artificial, ciencias sociales, didácticas, educación secundaria, competencias

Abstract: Artificial Intelligence (AI) has evolved since the 1950s, being defined by organizations such as the European Commission and UNESCO as systems that emulate human cognitive functions. In the field of education, its regulation is under development through initiatives such as the Digital Education Action Plan 2021–2027, España Digital 2026, and the #DigEdu Plan, which promote the ethical and inclusive use of technology. This study analyses the familiarity, perception, and use of generative AI among students from 1st to 4th year of secondary education (ESO) and 1st year of Baccalaureate in public schools in the Valencian Community and Murcia. Differentiated questionnaires were applied according to educational level to a sample of 152 students, highlighting gender diversity. ChatGPT was the most recognized tool (53.36%), followed by Google, Gemini, and DALL·E. Regarding ac-

ademic use, 46.71% reported using it occasionally, while 16.45% said they never use it. The most common functions were completing assignments, searching for information, and resolving doubts. Personal uses were also identified in areas such as entertainment and creativity. Although AI is not yet fully integrated into education, its adoption is growing. The study concludes that it is necessary to promote a critical, safe, and inclusive use of these technologies, aligned with recent academic reflections.

Keywords: artificial intelligence, social sciences, didactics, secondary education, competencies

1. INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) ha evolucionado significativamente desde sus inicios en la década de 1950, cuando los investigadores comenzaron a desarrollar sistemas capaces de simular procesos mentales humanos (Fernández de Silva, 2023). Aunque no existe una definición única y universalmente aceptada, organismos como la Comisión Europea y la UNESCO coinciden en describirla como sistemas capaces de emular funciones cognitivas humanas. Según la Comisión Europea –cuyo enfoque ha sido adoptado en el marco normativo español (Soto, 2023)–, se trata de “sistemas de software, y posiblemente hardware, creados por humanos que, ante objetivos complejos, actúan en entornos físicos o digitales mediante la percepción de su entorno, el procesamiento de datos y la toma de decisiones para alcanzar objetivos específicos” (p. 3).

Como advierten Gonzales et al. (2024), la implementación de esta tecnología conlleva tanto oportunidades como riesgos, por lo que su integración en el sistema educativo requiere una mirada crítica y una orientación ética. Esta preocupación no es nueva. Ya Maroto (2007) indicaba que el verdadero reto no residía en la disponibilidad de recursos tecnológicos, sino en la actitud del profesorado y su formación para incorporarlos de forma pedagógica.

Diversas investigaciones recientes destacan tanto los beneficios como los riesgos que implica la incorporación de estas tecnologías en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Ubal et al. (2023) advierten que el uso de la inteligencia artificial en el aula puede contribuir al aprendizaje personalizado y a la automatización de tareas, pero también conlleva desafíos relacionados con la privacidad, el pensamiento crítico y la dependencia tecnológica. En esa línea, García-Peñalvo (2023) subraya que la irrupción de la IA generativa –especialmente tras el lanzamiento de ChatGPT– ha abierto un intenso debate sobre si estas herramientas representan una transformación pedagógica profunda o si, por el contrario, han provocado una reacción alarmista que obstaculiza su incorporación de manera constructiva en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Ante este panorama de oportunidades y desafíos, diversos autores coinciden en señalar su papel emergente como motor de cambio educativo (Aparicio-Gómez, 2023), indicando que “La educación no ha sido ajena a esta revolución tecnológica y ha presenciado cómo la IA se ha convertido en una herramienta clave para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje» (p. 218).

En el caso de España, el marco legal y estratégico sobre IA aún está en construcción. Inicativas como el Plan de Acción de Educación Digital (2021–2027) (European Commission, 2020) o España Digital 2026 definen líneas éticas y técnicas para su despliegue. La LOMLOE (Ley

Orgánica 3/2020) refuerza la importancia de la competencia digital y de una educación inclusiva y crítica, en sintonía con el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 4 de la UNESCO (United Nations, n.d.). En este sentido, destacan medidas como el Plan de Digitalización y Competencias Digitales del Sistema Educativo (Plan #DigEdu 2021–2025), impulsado por el INTEF, que dota a los centros de medios y recursos para promover un acceso equitativo a las tecnologías, así como el desarrollo de competencias digitales críticas tanto en el alumnado como en el profesorado, siguiendo principios pedagógicos sólidos como la evaluación inicial y la detección de ideas previas (Nivela et al., 2020).

Por todo esto, el presente estudio se centra en analizar el grado de familiaridad con la nueva tecnología, posibles sesgos y percepción del alumnado de 1º a 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) de centros educativos públicos de la Comunidad Valenciana y la Región de Murcia, sobre la IA, pues junto con Bachillerato, Formación Profesional y educación universitaria son las etapas en las que a priori el uso de la IA puede ser más provechoso y eficaz (Agudelo, 2024). Para ello, se ha diseñado un cuestionario para los cursos 1º, 2º, 3º, 4º y Bachiller, en los que se abordan aspectos cualitativos –como la definición personal del concepto de Inteligencia Artificial– y cuantitativos, en los que se interpela al alumnado para que indique la frecuencia con la que interactúa con la IA generativa y la aplicación de esta no solo en el ámbito académico, sino también en su vida cotidiana. La pertinencia de este análisis se refuerza considerando que, como advierten Tramallino y Marize (2024), los estudios sobre el uso de la IA en educación aún son incipientes y deben consolidarse.

2. MÉTODO

La investigación se enmarca en un enfoque metodológico mixto, con predominancia del componente cuantitativo, aunque incorpora ciertos ítems de carácter cualitativo. Como señalan Bagur et al. (2021), el enfoque mixto permite una visión más rica e integradora de los fenómenos educativos, al combinar las fortalezas del análisis cuantitativo con la profundidad interpretativa del análisis cualitativo. Esta combinación enriquece el análisis y favorece una comprensión más integral del objeto de estudio.

El diseño corresponde a un estudio descriptivo de caso, centrado en el análisis de una muestra de estudiantes de ESO y Bachillerato. La recogida de datos se llevó a cabo en tres centros educativos del ámbito público: dos situados en la Comunidad Valenciana (el IES La Foia de Ibi y la Secció del IES Padre Arques de Benilloba) y uno en la Región de Murcia el IES J. M. Ruiz “Azorín”, en Yecla. La muestra total asciende a 152 estudiantes, de los cuales 129 cursan niveles de ESO (de primero a cuarto) y 23 pertenecen a un grupo de segundo de Bachillerato (véase la Tabla 1). Finalmente, no se recogieron datos correspondientes a primero de Bachillerato.

Cabe destacar que, dentro del alumnado de segundo de ESO del IES Azorín, 28 estudiantes forman parte del programa de digitalización implementado en el centro, lo que podría representar un factor diferenciador en la interpretación de ciertos resultados. Este aspecto es relevante si se considera que la IA tiene el potencial de enriquecer la enseñanza, facilitando tanto el análisis de datos como la personalización del aprendizaje (Álvarez-Sepúlveda, 2023).

Tabla 1. Número de alumnado por nivel educativo.

Nivel de estudios	n	%
ESO	129	84,87
Bachillerato	23	15,13
Total	152	100

Fuente: elaborado a partir de los resultados obtenidos

Respecto a la distribución por género (véase la Tabla 2), 85 estudiantes se identifican como varones, 63 como mujeres y cuatro como “otros”. Aunque existe una ligera mayoría masculina, la diferencia no es excesiva, lo que indica una representación relativamente equilibrada entre géneros. La presencia de alumnado que se identifica fuera del binarismo de género evidencia la diversidad presente en las aulas. Dado que durante la ESO y Bachillerato el alumnado comienza a construir activamente su identidad –incluida la de género–, resulta fundamental garantizar un entorno educativo seguro e inclusivo que promueva la libre expresión y evite estereotipos.

Tabla 2. Descripción de la muestra por género.

Género	n	%
Alumnos	85	55,92
Alumnas	63	41,45
Otros	4	2,63
Total	152	100

Fuente: elaborado a partir de los resultados obtenidos.

Con el objetivo de conocer el grado de conocimiento y uso de la Inteligencia Artificial entre el alumnado, se diseñaron y aplicaron dos cuestionarios complementarios, en ambos casos anónimos. Estos formularios permitieron recopilar tanto información sociodemográfica como datos relevantes sobre su experiencia con esta tecnología. Aunque presentan una estructura general similar, contienen matices metodológicos que enriquecen el análisis. Tal como destaca Bécue (1991), el tratamiento conjunto de respuestas abiertas y cerradas permite una interpretación más completa, al combinar el rigor cuantitativo con el valor expresivo de los datos cualitativos. El cuestionario A, está representado por 55 alumnos y alumnas (36,18%) y el cuestionario B, por 97 alumnos y alumnas (63,82%), con un total de 152.

El cuestionario (A), de carácter más abierto, incluye preguntas como “¿Qué es la Inteligencia Artificial?” o “¿Para qué la utilizas?”, formuladas sin opciones predeterminadas. Este enfoque permite explorar las ideas previas del alumnado, su nivel de comprensión conceptual y las herramientas que asocian con la IA, ofreciendo una visión espontánea y personal. También recoge información sobre la frecuencia de uso en el ámbito escolar y en la vida cotidiana, lo que proporciona una primera aproximación a los hábitos y formas de integración de estas tecnologías.

Por su parte, el segundo cuestionario B, presenta una estructura más cerrada, con respuestas guiadas que facilitan la categorización de los usos. Se incluyen funciones concretas como la elaboración de resúmenes, la resolución de problemas, la organización del estudio o el aprendizaje de idiomas, así como usos en otros ámbitos como el entretenimiento, la creatividad, la comunicación o la salud. Esta mayor estructuración permite un análisis estadístico más riguroso y la detección de patrones comunes entre estudiantes.

En conjunto, la aplicación de ambos cuestionarios ha permitido recoger datos tanto cualitativos como cuantitativos, ofreciendo una visión completa del grado de familiaridad, percepción y uso de la IA por parte del alumnado. La complementariedad entre ambos enfoques ha resultado especialmente útil para profundizar en el contexto actual de difusión de la IA en el entorno educativo.

3. ANÁLISIS

Con el objetivo de conocer la percepción que tiene el alumnado sobre la IA, se planteó de forma abierta la pregunta “¿Qué es la Inteligencia Artificial?”. Las respuestas obtenidas reflejan una amplia variedad de interpretaciones, conceptos y niveles de comprensión sobre el tema, lo que permite realizar un análisis tanto cuantitativo como cualitativo.

Para facilitar el análisis de los resultados, se ha realizado un proceso de codificación temática que permite agrupar las respuestas según ideas comunes. De esta forma, se han identificado nueve categorías principales, que abarcan desde concepciones más técnicas y abstractas –como la IA entendida como programa inteligente o tecnología avanzada–, hasta percepciones más cotidianas y concretas, como su utilidad en los estudios o su asociación con herramientas populares (ChatGPT o Gemini). Además, se ha incluido una categoría específica para las respuestas que indican desconocimiento o confusión sobre el término.

El análisis de estas categorías nos permite evaluar no solo el nivel de familiaridad de los estudiantes con el concepto de inteligencia artificial, sino también las influencias que modelan su comprensión (tecnología cotidiana, redes sociales, educación formal o informal), así como las posibles carencias o mitos que podrían abordarse desde un enfoque pedagógico.

Las categorías identificadas son las siguientes.

La IA como herramienta para buscar o acceder a información, por ejemplo: “Para saber cosas que no sé”, “Un buscador”, “Método de ayuda para buscar información”.

La IA como programa o software inteligente “Un software que simula el pensamiento humano”, “Un programa basado en preguntas y respuestas”.

La IA como tecnología avanzada “Una tecnología muy avanzada”, “Una inteligencia que ha surgido del avance tecnológico”.

La IA como robot o máquina que responde “Un robot que tiene toda la información”, “Como una persona con la que chateas, pero es un robot”.

La IA como ChatGPT o herramienta específica “Es ChatGPT y Gemini”.

La IA como ayuda para la vida cotidiana o los estudios “Una herramienta que utilizo para mejorar la vida”, “Te ayuda con los deberes”.

La IA como sistema que edita o crea contenido “Un lugar donde se editan imágenes”, “Genera textos, audios”.

La IA como recopiladora de datos o analítica “Algoritmos capaces de trabajar con mucha información”, “Recopilan información de todo internet”.

No sabe / No responde “No lo sé cierto”.

Los resultados del análisis revelan una visión diversa y, en muchos casos, bastante práctica de lo que representa la IA para el alumnado de ESO y Bachiller. La categoría más frecuente la percibe como herramienta para buscar o acceder a información, lo que sugiere que muchos jóvenes asocian la IA directamente con su experiencia cotidiana en Internet, buscadores, y asistentes virtuales.

Le siguen en frecuencia las concepciones de la IA como un programa o software inteligente, así como su función como ayuda en la vida cotidiana o en los estudios. Estas respuestas reflejan una comprensión relativamente cercana a la definición técnica del concepto, aunque todavía centrada en sus usos más visibles o prácticos, como resolver dudas, generar textos o apoyar tareas escolares.

Un grupo importante también ve la IA como un robot que responde como un ser humano, lo que evidencia la influencia de representaciones mediáticas de la IA, a menudo más cercanas a la ciencia ficción que a la realidad tecnológica actual. Además, la mención específica de herramientas como ChatGPT pone de manifiesto su uso directo y el fuerte impacto que tienen en la construcción del concepto de IA.

En menor medida, algunas respuestas mencionan la capacidad de análisis y procesamiento de datos de la IA, lo que indica un nivel más técnico de comprensión, presente sobre todo entre el alumnado que quizás ha tenido un mayor contacto con contenidos informáticos o científicos.

Por último, un pequeño porcentaje de estudiantes reconoce no saber o no poder definir con claridad qué es la IA, lo que evidencia la necesidad de incorporar este tipo de contenidos en el currículo educativo desde una perspectiva crítica, informativa y adaptada a su realidad digital.

El siguiente ítem pregunta si han utilizado la IA. Los datos muestran que una amplia mayoría del alumnado encuestado (92,76%) afirma tener conocimiento sobre lo que es la IA. Este elevado porcentaje evidencia que se trata de un concepto que se ha incorporado significativamente en el entorno más joven de la sociedad, posiblemente debido a la creciente presencia de tecnologías basadas en IA en la vida cotidiana, como los asistentes virtuales, los algoritmos en redes sociales, o los sistemas de recomendación en plataformas digitales. Por otro lado, un 7,23% del alumnado manifiesta no saber qué es la IA.

Con el objetivo de conocer el tipo de herramientas de IA con las que el alumnado trabaja y con ello poder valorar el grado de integración práctica de esta tecnología en su entorno, se les planteó la siguiente cuestión: “¿Qué tipo de inteligencia artificial utilizas?”. De un total de 208 respuestas, se reflejan los siguientes resultados. a) ChatGPT es la herramienta más utilizada, con 111 menciones (53,36%), lo que demuestra su amplio reconocimiento y aplicación entre el alumnado. Esta popularidad puede deberse a su facilidad de uso, accesibilidad y versatilidad para resolver dudas, generar contenido y apoyar tareas escolares. b) Google aparece como la segunda opción más mencionada, con 31 respuestas (14,90%). Aunque no se trata de una IA en el sentido estricto, su inclusión sugiere que el alumnado lo percibe como una herramienta inteligente debido a sus funciones predictivas, personalización de resultados y asistentes integrados. c) Le siguen otras herramientas como Gemini (ocho menciones, 3,84%) y Copilot

(siete menciones, 3,36%), lo que indica un conocimiento y uso incipiente de otras IA desarrolladas recientemente o con aplicaciones más específicas. d) Plataformas como DeepSeek, Bing, DALL·E, Canva, Leonardo IA, Suno, Venice, you.com, PhotoMath y Viggie AI también aparecen mencionadas, aunque en menor medida (entre el 0,96% y el 1,92%), mostrando una diversidad interesante en las herramientas que el alumnado conoce y utiliza. e) Finalmente, se registraron menciones individuales (0,48%) de otras IA como Character.ai, Siri, Safari, Duolingo, Luzia, Open IA, Knowunity, LLaMa, entre otras, lo que refleja un ecosistema digital amplio y en constante evolución. F) Un 6,73% del alumnado (14 estudiantes) no respondió a esta pregunta, lo que puede interpretarse como una falta de uso específico de herramientas de IA o una dificultad para reconocerlas.

Los resultados muestran que la Inteligencia Artificial no es un concepto ajeno al alumnado, sino una tecnología que ya forma parte de su vida diaria, especialmente a través de herramientas como ChatGPT. Además, la variedad de respuestas evidencia un nivel significativo de exploración y curiosidad por parte de los/las estudiantes en relación con nuevas tecnologías emergentes.

Una vez identificado el grado de conocimiento que tiene el alumnado sobre la inteligencia artificial y las herramientas que utiliza con mayor frecuencia, era necesario conocer el grado de regularidad y frecuencia de uso. Para ello se plantearon dos cuestiones distintas pero complementarias, vinculadas al ámbito educativo y al personal. Estas preguntas permiten no solo cuantificar el grado de interacción con la IA, sino también distinguir entre un uso general y un uso más vinculado al ámbito del aprendizaje. A partir de las respuestas obtenidas, y recogidos sus datos en las Tablas 3 y 4, analizamos por separado sus resultados.

En cuanto a los resultados obtenidos al preguntar al alumnado sobre la frecuencia del uso de la IA en el ámbito educativo, las respuestas evidencian que, si bien está presente, su uso es mayoritariamente ocasional. Resultados recogidos en la Tabla 3.

Tabla 3. Frecuencia de uso de la IA en el ámbito educativo.

Categoría	n	%
Nunca	25	16,45
Pocas veces	71	46,71
A menudo	37	24,34
Muchas veces	16	10,53
Siempre	3	1,97
Total	152	100

Fuente: elaborado a partir de los resultados obtenidos.

La categoría más seleccionada ha sido “Pocas veces”, con un 46,71% del total de respuestas, lo que indica que casi la mitad del alumnado reconoce un uso esporádico de esta tecnología. Le sigue el grupo que afirma utilizar la IA “A menudo” (24,34%), lo cual representa un sector que ha comenzado a integrar estas herramientas de manera más frecuente en su rutina diaria.

Sin embargo, un 16,45% declara que “Nunca” ha hecho uso de la inteligencia artificial, lo cual resulta significativo si se tiene en cuenta el creciente protagonismo de estas tecnologías en múltiples ámbitos. Esto puede deberse a desconocimiento, falta de acceso, o bien a una percepción de que la IA no es útil o necesaria en su vida cotidiana.

Por otra parte, un 10,53% indica que la usa “Muchas veces”, y solo un 1,97% afirma hacerlo “Siempre”. Estos dos últimos grupos, aunque minoritarios, muestran que existe una franja del alumnado que ha incorporado la IA como parte habitual de su rutina diaria.

En conjunto, los datos reflejan una presencia creciente pero no consolidada de la IA entre el alumnado. La mayoría la conoce y la ha utilizado en alguna ocasión, pero todavía no se ha convertido en una herramienta de uso constante o generalizado en el ámbito educativo.

La siguiente cuestión, se refería al uso de la IA fuera del contexto educativo, es decir, en actividades de ocio, comunicación, entretenimiento, organización u otros aspectos de su vida, cuyos resultados se recogen en la Tabla 4.

Tabla 4. Frecuencia de uso de la IA en el día a día.

Categoría	n	%
Nunca	24	15,89
Pocas veces	82	53,95
A menudo	28	18,42
Muchas veces	10	6,57
Siempre	8	5,26
Total	152	100,00

Fuente: elaborado a partir de los resultados obtenidos.

El dato más relevante es que más de la mitad del alumnado (53,95%) manifiesta utilizar la IA solo “Pocas veces” en su vida personal. Esta cifra sugiere un acercamiento aún superficial a este tipo de herramientas, utilizado en momentos puntuales, pero sin formar parte de un hábito establecido.

Por otro lado, un 15,89% declara no haberla utilizado “Nunca”, lo que indica que todavía existe un sector del alumnado que no ha explorado las posibilidades que la IA ofrece en el plano personal, quizás por desconocimiento, falta de necesidad o simplemente por desinterés.

En contraste, un 18,42% señala que la usa “A menudo”, y un 6,57% afirma utilizarla “Muchas veces”, lo que muestra que una parte menor, pero significativa, del alumnado ha comenzado a integrar la IA de forma más habitual en su vida privada. Finalmente, un 5,26% asegura utilizarla “Siempre”, reflejando un uso intensivo y consolidado.

Estos datos permiten concluir que, aunque la IA comienza a formar parte del entorno cotidiano del alumnado, su uso sigue siendo limitado y, en la mayoría de los casos, ocasional. Es evidente que existe un conocimiento general sobre estas herramientas, pero su aprovechamiento más profundo en el plano personal aún está en desarrollo.

Para completar el estudio y obtener una visión más completa del vínculo entre el alumnado y la IA, se consideró fundamental plantear una pregunta final que indagara en la finalidad concreta con la que el alumnado utiliza estas herramientas. En este sentido, se buscó conocer para qué utilizan la IA, tanto en el ámbito personal como en el académico.

Dependiendo del tipo de cuestionario aplicado, se optó por preguntas de respuesta abierta o cerrada, lo que condiciona también el tipo de análisis a realizar. En el caso de preguntas abiertas, se procederá a una categorización e interpretación cualitativa de las respuestas, mientras que en las de respuesta cerrada se presentarán y analizarán los datos de manera cuantitativa, siguiendo el mismo criterio utilizado en las cuestiones anteriores.

Esta parte del estudio resulta clave para interpretar no solo el grado de uso, sino la intención y el propósito con el que se recurre a la inteligencia artificial.

En esta pregunta, correspondiente a las respuestas abiertas, el alumnado destacó principalmente el uso de la IA para la realización de trabajos (23,68%), la búsqueda de información (21,05%) y la resolución de dudas (17,10%). También se mencionan otros usos como la elaboración de resúmenes (10,52%) y la realización de deberes (7,89%), aunque en menor medida. Un pequeño grupo manifestó usarla para corregir faltas de ortografía o generar imágenes, e incluso hay quienes indicaron emplearla para tareas que consideran poco significativas, o de manera puntual. Un 5,26% afirmó no utilizar la IA, mientras que un 3,94% dejó la respuesta en blanco. Este tipo de respuesta ofrece una mirada más espontánea y refleja tanto usos habituales como percepciones personales, destacando también algunas críticas o desinterés por parte del alumnado.

Por su parte, la siguiente cuestión, que recoge respuestas cerradas, ofrece una visión más detallada y cuantitativa de los usos específicos. La opción más seleccionada fue la de obtener información sobre contenidos teóricos de las asignaturas (17,90 %), lo que coincide con la importancia otorgada a la búsqueda de información en la cuestión anterior. También destacan el uso para obtener traducciones o revisarlas (13,22%), corregir o resolver problemas (11,0%), elaborar resúmenes (9,36 %) y buscar bibliografía (7,98%) o imágenes (7,43%). Otros usos incluyen la realización de trabajos (4,13%), redacciones (5,23%), esquemas y mapas conceptuales, así como la organización del estudio y la colaboración entre estudiantes, aunque estos últimos con porcentajes menores.

Al comparar ambas cuestiones, se aprecia que los patrones generales se mantienen: la IA se utiliza principalmente como herramienta de apoyo académico, especialmente para obtener información, realizar trabajos, resolver dudas y elaborar materiales como resúmenes o redacciones. Sin embargo, la diferencia en el nivel de detalle es notable. Las respuestas cerradas permiten identificar usos más específicos que no emergen con tanta claridad en las respuestas abiertas, como el aprendizaje de idiomas, la previsión de exámenes o el acceso a plataformas educativas. En cambio, las respuestas abiertas muestran una mayor variedad personal y espontánea, incluyendo críticas o valoraciones sobre la utilidad de la IA, aspectos que no pueden recogerse en preguntas cerradas.

El análisis de las últimas dos cuestiones, centrado en los usos cotidianos que hace el alumnado de la IA, revela tanto coincidencias como diferencias significativas en función del tipo de pregunta planteada, la primera de ellas siendo una pregunta abierta y la segunda siendo cerrada,

lo que permite una visión más rica y matizada de la interacción diaria de los estudiantes con estas herramientas.

En el análisis de la primera, que recoge respuestas abiertas, el uso más recurrente de la IA es la búsqueda de información, mencionada por el 46,15% del alumnado, lo que destaca su papel como herramienta básica para la resolución de dudas y el acceso rápido a conocimiento general. A esta función le siguen con bastante menor frecuencia otros usos como resolver dudas (11,54%), generar imágenes (9,61%), y en menor medida actividades más específicas y variadas como programación y electrónica (3,84%), juegos de rol, organización personal, recetas de cocina, búsqueda de universidades, canciones, o incluso la creación de vídeos. Este tipo de respuesta abierta pone de relieve la diversidad de aplicaciones prácticas que el alumnado encuentra para la IA en su vida diaria, aunque muchas de ellas sean mencionadas por un número reducido de estudiantes. Asimismo, se observa que un 9,61% indicó que no la utiliza, y un 5,77% dejó la respuesta en blanco.

Por otro lado, en lo referente a la segunda pregunta, que recoge respuestas cerradas, permite visualizar con mayor claridad la distribución general de los ámbitos de uso. La categoría más seleccionada es “Estudios y aprendizaje” con un 35,93%, lo que coincide parcialmente con los datos de la tabla abierta, donde la búsqueda de información académica es también central. Sin embargo, esta introduce nuevas categorías que no aparecen o apenas se insinúan en las respuestas abiertas, como “Comunicación social” (10,78%), “Creatividad e innovación” (11,37%) o “Seguridad” (3,59 %), lo que sugiere que, cuando se ofrecen opciones específicas, los estudiantes reconocen aplicaciones más amplias de la IA. También destacan el “Entretenimiento” (20,96%) y la “Organización personal” (7,78%), aspectos que también se reflejan en la primera cuestión, aunque con menor frecuencia.

La comparación entre ambas cuestiones permite observar que mientras las respuestas cerradas ofrecen una gama amplia de usos, las abiertas aportan espontaneidad y ejemplos concretos del día a día. Por ejemplo, actividades como buscar recetas, hacer vídeos o buscar universidades no se reflejan como categorías propias en las respuestas cerradas, aunque podrían enmarcarse en usos como “Creatividad”, “Organización” o “Estudios”. También destaca cómo en las respuestas abiertas se observa una mayor dispersión en los usos individuales, lo que indica que la IA está siendo explorada de manera personal, incluso en contextos poco habituales.

En conclusión, ambas cuestiones planteadas ofrecen una visión complementaria: las respuestas abiertas permiten visibilizar usos específicos, personales y creativos que los estudiantes hacen de la IA, mientras que las cerradas ofrecen una clasificación más sistemática y cuantificable de esas prácticas. La combinación de ambas perspectivas sugiere que la IA forma ya parte del día a día del alumnado, especialmente en lo relacionado con el estudio, la información y el entretenimiento, pero también empieza a abrirse camino en otras dimensiones más personales o innovadoras de su vida cotidiana.

4. CONCLUSIONES

El presente estudio confirma que la IA generativa ya está presente en la vida cotidiana y académica del alumnado de ESO y Bachiller, especialmente a través de herramientas como ChatGPT. Su uso se centra en la búsqueda de información, la resolución de dudas y la elaboración

de trabajos escolares, aunque su frecuencia sigue siendo en gran parte ocasional. Esto pone de manifiesto que, si bien existe familiaridad con estas tecnologías, todavía no se ha consolidado un uso sistemático dentro del aula.

Asimismo, se ha observado una variedad de concepciones sobre la IA entre el alumnado, que van desde interpretaciones técnicas hasta representaciones vinculadas al ocio o al uso de herramientas específicas. Esta diversidad refleja tanto el carácter transversal de la IA como la necesidad de reforzar su abordaje desde una perspectiva crítica y pedagógica. Aunque los estudiantes han empezado a integrar la IA en sus rutinas, su uso en el contexto educativo formal continúa siendo incipiente.

Como recomendación, se propone el diseño de programas formativos dirigidos tanto al alumnado como al profesorado, con el objetivo de fomentar un uso consciente y pedagógico de la inteligencia artificial en el aula. Estos programas deberían incluir no solo habilidades técnicas, sino también criterios éticos, legales y didácticos, para que la IA contribuya de forma efectiva a una educación más innovadora, reflexiva e inclusiva.

REFERENCIAS

- Agudelo Velásquez, O. L. (2024). *IA y educación secundaria, bachillerato y formación profesional*. Universidad Andrés Bello. <https://encr.pw/6TySh>
- Álvarez-Sepúlveda, H. A. (2023). La Inteligencia Artificial como catalizador en la enseñanza de la Historia: retos y posibilidades pedagógicas. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 16(2), 318-325. <https://doi.org/10.37843/rted.v16i2.426>
- Aparicio-Gómez, W. O. (2023). La Inteligencia Artificial y su Incidencia en la Educación: Transformando el Aprendizaje para el Siglo XXI *Revista Internacional de Pedagogía*, 3(2), 217-229. <https://doi.org/10.51660/ripie.v3i2.133>
- Bagur, S., Rosselló, M. R., Paz, B., y Verger, S. (2021). El Enfoque integrador de la metodología mixta en la investigación educativa. *RELIEVE - Revista Electrónica De Investigación Y Evaluación Educativa*, 27(1), 1-21. <https://doi.org/10.30827/relieve.v27i1.21053>
- Bécue Bertaut, M. (1991). Análisis estadístico de datos de encuestas. Tratamiento conexo de respuestas a preguntas abiertas y cerradas, *Papers*, 37(1), 13-134. <https://doi.org/10.5565/rev/papers/v37n0.1599>
- Carrasco Rodríguez, A. (2023). Reinventando la enseñanza de la Historia Moderna en Secundaria: la utilización de ChatGPT para potenciar el aprendizaje y la innovación docente. *Studia Historica. Historia Moderna*, 45(1), 101–145. <https://doi.org/10.14201/shhmo2023451101146>
- European Commission. (2020). *Plan de Acción de Educación Digital (2021-2027)*. European Education Area. <https://11nq.com/FgR6g>
- Fernández de Silva, M. del R. (2023). *La inteligencia artificial en educación: hacia un futuro de aprendizaje inteligente*. Ed. Escriba, Escuela de Escritores. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7823874>
- García-Peñalvo, F. J. (2023). La percepción de la inteligencia artificial en contextos educativos tras el lanzamiento de ChatGPT: disrupción o pánico. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 24, e31279. <https://doi.org/10.14201/eks.31279>

- Gonzales, Y., Jacobs Estrada, M. C., y Hércules Castro, C. A. (2024). Las ventajas y desventajas de la aplicación de la inteligencia artificial en las ciencias empresariales. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(5), 5442–5451. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.3001>
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. (2024). *Guía sobre el uso de la IA en el ámbito educativo*. INTEF. <https://acortar.link/JVUsKD>
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. (2022). *Plan de Digitalización y Competencias Digitales del Sistema Educativo (Plan #DigEdu)*. INTEF. <https://encr.pw/szcwU>
- Maroto Sánchez, A. (2007). El uso de las nuevas tecnologías en el profesorado universitario, *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 30, 61-72.
- Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. (2021). *Marco normativo y ético para el despliegue de la IA. España Digital 2026*. <https://l1nq.com/c1h3w>
- Nivela-Cornejo, M. A., Echeverría-Desiderio, S. V., y Otero-Agreda, O. E. (2020). Estilos de aprendizajes e inteligencia artificial. *Polo del Conocimiento*, 5(9), 1–15. <https://acortar.link/0HpC6p>
- Soto Martínez, V. (2023). *Recopilación de definiciones de Inteligencia Artificial. Serie Minutas*, 110-23. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://acortar.link/H3Trmz>
- Tramallino, C. P., y Marize Zeni, A. (2024). Avances y discusiones sobre el uso de inteligencia artificial (IA) en educación. *Educación*, 33(64), 29–54. <https://doi.org/10.18800/educacion.202401.M002>
- Ubal, M., Tambasco, P., Martínez, S. y García, M. (2023). El impacto de la Inteligencia Artificial en la educación. Riesgos y potencialidades de la IA en el aula. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en tecnología educativa*, 15, 41-57. <https://doi.org/10.6018/riite.584501>
- Velasco, M. (2023). 18 herramientas de IA que te sorprenderán, *Cuadernos de pedagogía*, 538, 142-146.

Capítulo 5. Experiencia de aula con IA en el Grado de Historia

Sara M. Ferrero Punzano

Rafael Sebastián Alcaraz

Universidad de Alicante (España)

Resumen: La investigación parte del reconocimiento de la creciente presencia de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación y la escasez de estudios en ciencias sociales sobre su aplicación didáctica. El estudio se desarrolló en una clase del Grado de Historia en la Universidad de Alicante, con el objetivo de introducir la IA como recurso pedagógico activo y significativo. La metodología incluyó tres fases: una encuesta inicial sobre el uso previo de la IA por parte del alumnado, la elaboración de dos comentarios sobre un mapa histórico (uno sin ayuda y otro con IA), y un cuestionario final de evaluación. Los resultados mostraron que el 78,79% del alumnado valoró positivamente el uso de la IA, destacando su claridad, estructura y profundidad de análisis. Sin embargo, también se señalaron limitaciones, como la superficialidad o la falta de análisis crítico. Aun así, el 69,70% consideró que la IA mejoró su trabajo, y el 84,85% recomendaría esta metodología para otras asignaturas. La investigación concluye que la IA, integrada en una metodología comparativa y reflexiva, puede potenciar la metacognición y el pensamiento crítico, alineándose con principios constructivistas. Se sugiere ampliar el estudio a otras áreas para seguir explorando el potencial de la IA en el desarrollo de habilidades humanas en el ámbito educativo.

Palabras clave: inteligencia artificial, enseñanza de historia, universidad, innovación educativa

Abstract: The research stems from the recognition of the growing presence of Artificial Intelligence (AI) in education and the lack of studies in the social sciences regarding its didactic application. The study was conducted in a History undergraduate class at the University of Alicante, with the aim of introducing AI as an active and meaningful pedagogical resource. The methodology included three phases: an initial survey on students' prior use of AI, the production of two commentaries on a historical map (one without assistance and one using AI), and a final evaluation questionnaire. The results showed that 78.79% of the students positively valued the use of AI, highlighting its clarity, structure, and depth of analysis. However, some limitations were noted, such as superficiality and a lack of critical analysis. Nevertheless, 69.70% believed that AI improved their work, and 84.85% would recommend this methodology for other subjects. The research concludes that AI, when integrated into a comparative and reflective methodology, can enhance metacognition and critical thinking, aligning with constructivist principles. It is suggested that the study be expanded to other fields in order to further explore the potential of AI in the development of human skills within the educational context.

Keywords: artificial intelligence, history teaching, university, educational innovation

1. INTRODUCCIÓN

El desencadenante de la investigación se apoya en diferentes circunstancias. La primera es que la Inteligencia Artificial constituye a la fecha una realidad que se debe tomar en consideración, y a la que no se le puede volver la vista. La segunda es que existe bastante literatura de investigación educativa sobre la Inteligencia Artificial (IA) en general, sobre su aplicación a la enseñanza, pero menos aportaciones donde se muestre resultados de experiencias docentes y son más escasas en las ciencias sociales. Obviamente, también conviene considerar que se trata de un recurso reciente que se ha creado inicialmente con una finalidad diferente a la docencia, pero cuyo uso se está extendiendo a esta.

Como investigaciones de referencia cabe citar en primer lugar a Álvarez-Sepúlveda (2023) que aborda la introducción de la IA en historia como un problema de herramientas y valores éticos. Más próximo a la aportación que se presenta se halla la de Ruiz y Mariné (2024) quien analiza una experiencia práctica relacionada con la enseñanza de la Historia del Arte en un curso universitario de arquitectura con la finalidad de fomentar el pensamiento crítico, la creatividad, y familiarizar a los estudiantes con el uso de la IA. De la misma forma, nos ha resultado útil el artículo de Camino y otros (2024) que realizan un análisis bibliométrico con la finalidad de establecer los retos que supone la introducción de la IA en la enseñanza de la historia. De esta experiencia se destaca el paralelismo que guarda con la investigación que se presenta pues también se apoya en un método comparativo. Peláez (2024) recoge en su Trabajo Fin de Máster una propuesta apoyada en con aplicación de la IA a la enseñanza de la Geografía e Historia, pero en la Educación Secundaria Obligatoria. Carrasco-Rodríguez (2023) también nos muestra otra posibilidad de la IA aplicada a la enseñanza de la Historia en Educación Secundaria Obligatoria y encaminada a la elaboración de materiales didácticos. Otro referente más próximo a los objetivos de nuestra investigación es la que presenta Carretero y Gartner (2024) quien se plantea el uso de ChatGPT como una herramienta para el desarrollo del pensamiento histórico.

Todos estos antecedentes nos permiten al mismo tiempo contextualizar la presente investigación y avanzar en un campo menos trabajado que es el de una propuesta pedagógica experimentada y unida al uso de la IA como recurso didáctico. Del mismo modo, estas referencias nos han permitido delimitar los objetivos de esta aportación.

El objetivo principal ha sido introducir un nuevo recurso didáctico, la IA, en la enseñanza de la Historia. Al mismo nivel, como objetivo se busca un método didáctico activo y significativo que supere el mero uso de una nueva herramienta digital. Un tercer objetivo planteado ha sido el de familiarizar al alumnado con el uso de la IA en historia y mostrar una parte de sus potenciales usos.

La estructura de la investigación se ha desarrollado en varias fases. La primera ha consistido en distribuir un cuestionario inicial con el propósito de recoger los conocimientos e ideas previas sobre la IA. El resultado que se ha obtenido es que todas las personas encuestadas ya habían utilizado la IA, más en la práctica académica (100%) que en la vida cotidiana y que este uso se centraba en la obtención de la información. Un resumen de esta investigación está publicado en *Xarxes Innovaestic* 2025.

En la segunda fase se desarrollaron dos actividades: la primera la de responder a un comentario de un mapa histórico sin ayuda de Internet, ni de IA, y en la segunda con ayuda de la IA. Posteriormente se compararon los dos comentarios.

En la tercera fase se pasó un cuestionario con la intención de recoger opiniones relacionadas con la comparación de las actividades propuestas y valorar los resultados obtenidos desde el punto de vista didáctico, sin entrar en detalles sobre el comentario del mapa histórico.

El cuestionario facilitado combina preguntas abiertas con cerradas, prevaleciendo una orientación más cualitativa que cuantitativa, basada en valoraciones numéricas.

La muestra recogida procede de una clase de la asignatura Europa y el mundo mediterráneo contemporáneos: estructuras y dinámicas de cambio, correspondiente al cuarto curso del Grado de Historia, en la Universidad de Alicante.

La presente aportación muestra que la introducción de la IA, si se realiza de forma meditada, con una metodología activa, constituye un instrumento útil para la enseñanza de la historia, particularmente, porque ayuda a la autoevaluación en los procesos cognitivos de aprendizaje. En esta aportación se investiga el método utilizado y el resultado obtenido tras introducir la IA en la enseñanza de la historia.

2. MÉTODO

Se trata de un estudio descriptivo, de caso, centrado en una asignatura del cuarto curso del Grado de Historia de la Universidad de Alicante durante el curso 2024-25, en el que están matriculadas 34 personas, pero al que asistían 33.

La actividad que se evaluó fue respondida por 33 personas que en su mayoría eran hombres (63,64%). Las mujeres representaban el 33,33% y no consta en un cuestionario. Cabe advertir que este resultado no se ajusta a los valores generales ofrecidos por el Ministerio de Ciencia, Educación y Universidades (2025) quien indica la presencia mayoritaria de mujeres en los estudios de Ciencias Sociales.

Para contextualizar el método utilizado para obtener la información cabe indicar primero el procedimiento seguido para evaluar la actividad. El procedimiento se inició informando al alumnado que el desarrollo de la misma serviría como soporte para una investigación sobre innovación educativa relacionada con la introducción de la IA en la enseñanza universitaria. También se les garantizó el anonimato y se les indicó la finalidad. Además, se les ofreció la oportunidad de retirarse si lo consideraban oportuno en la fase de cumplimentación. El cuestionario se distribuyó al finalizar la sesión.

La actividad comenzó solicitando al alumnado que realizara el comentario del mapa que se les entregó: Desintegración del imperio otomano. Como consideraciones iniciales se indica que este alumnado disponía de una formación previa que se debería haber adquirido desde la Enseñanza Secundaria Obligatoria y particularmente en el Bachillerato antes de acceder a la Universidad. Además, era alumnado que estaba finalizando su formación en el Grado de Historia. Esta actividad se realizó sin apoyo informático, ni bibliográfico. A continuación, se les solicitó que respondieran a la misma actividad, pero mediante el uso de la IA. Posteriormente, se les demandó que compararan el resultado obtenido en la IA con su comentario inicial. Finalmente, se les entregó el cuestionario que se analizará más adelante.

Este cuestionario fue evaluado previamente por tres docentes universitarios. El objetivo de la primera pregunta ¿La IA ha realizado el comentario del mapa? ha sido comprobar si han tenido problemas para acceder a la IA. Se trata de una pregunta indirecta en la que el objetivo no era cuestionar la capacidad de la IA, sino de descubrir la capacidad de las personas encuestadas

para usar la IA. La segunda cuestión que se incorporó fue ¿Te satisface su respuesta? ¿Por qué? En el siguiente ítem se les requirió que compararan la respuesta de la IA con su comentario del mapa y se les preguntó si ¿La IA ha aportado mejoras a tu comentario? También se les demandó si la respuesta de la IA había sido útil y por qué. El cuestionario finalizó con la pregunta de si recomendarían esta actividad para otras asignaturas. Al terminar se les solicitó que subieran el documento a *Drive*.

3. ANÁLISIS

El análisis del primer ítem nos permite confirmar lo previsto, que todo el alumnado había podido acceder a la IA y realizar la actividad solicitada. El cuestionario que ha sido categorizado como No contesta/en blanco, se debe a que no se ha podido abrir el documento. Para este ítem conviene indicar que el 96,97% de las personas entrevistadas han podido realizar el comentario con la intervención de la IA.

El análisis de la segunda cuestión sobre si les satisfacía la respuesta obtenida de la IA los datos analizados nos permiten inferir que el 18,18% manifiesta que la respuesta de la IA no les ha gustado. No obstante, la mayoría confirma que si les satisface la respuesta (60,61%) y si se les añade aquellos que lo hacen con matices en conjunto, representan el 78,79%.

Para profundizar más en las razones esgrimidas entorno a la satisfacción con la respuesta obtenida de la IA se ha realizado la categorización y análisis que se recoge en la Tabla 1.

El análisis cualitativo nos permite distinguir las siguientes cuestiones. La primera categoría por citaciones incluidas en sus explicaciones es que la IA les ha ofrecido una respuesta bien estructurada. La segunda cuestión que destacan es la claridad del comentario ofrecido por la IA. Al mismo nivel viene a señalar la pertinencia del vocabulario utilizado. Las otras categorías que incluyen en sus respuestas es la mejor redacción, el análisis profundo y la abundancia de datos que incluye.

Tabla 1. Valoración de las respuestas ofrecidas por la IA (n=33).

	n	%
Bien estructurada	6	18,18
Claridad	3	9,09
Comentario completo	3	9,09
Vocabulario/glosario	3	9,09
Mejora la redacción	2	6,06
Análisis profundo	1	3,03
Identifica errores del mapa	1	3,03
Más datos	1	3,03
Cohesión	1	3,03
Respuesta académica	1	3,03

Fuente: elaboración propia.

No obstante, se han recogido respuestas con valoraciones críticas con el documento facilitado por la IA como las siguientes. Cabe advertir que para localizar la procedencia de estas frases se ha recurrido a escribir un número entre paréntesis (n).

“Aunque pueda aportar muchos datos, a la hora de ponerse a hacer una crítica del mapa lo hace de forma muy superficial y con conclusiones muy abiertas” (sujeto 1).

“Solo en parte. Siento que la respuesta es muy general y escueta. Puede servir como punto de partida, pero aquí es donde entra el papel del historiador ya que puede realizar un comentario mucho más enriquecido” (sujeto 6).

“Me ha hecho el comentario, pero yo no lo hubiera hecho dividiéndolo en puntos como lo ha hecho la IA y hubiera explicado las causas de cómo ha llegado a la situación” (sujeto 8).

Como se puede observar estas respuestas corresponden a un alumnado con nivel de experto que prestan especial atención al tema de la causalidad, que resulta esencial en el método científico aplicado a la historia.

El análisis de la pregunta cerrada sobre si le ha aportado mejoras la respuesta de la IA comparado con su comentario se recoge en la Tabla 2. El resultado obtenido se puede valorar como positivo, pues el 69,70% confirma que la respuesta de la IA les ha permitido mejorar su comentario. No obstante, el 15,15% considera que no le aporta mejoras y que el 9,09% realiza matizaciones sobre lo que aporta.

Tabla 2. Compara la respuesta de la IA con tu comentario. ¿La IA ha aportado mejoras a tu comentario?

	n	%
Sí	23	69,70
No	5	15,15
Pros y contras	3	9,09
No contesta/En blanco	2	6,06

Fuente: elaboración propia.

El análisis cualitativo de los resultados nos permite matizar las aportaciones que realiza la IA, recogiendo la opinión de los encuestados que incluyen detalles críticos.

“Carece de un análisis profundo de las causas y consecuencias de los eventos históricos. En cambio, la IA ofrece un enfoque más analítico, conectando los hechos con teorías geopolíticas, dinámicas económicas y resistencias locales, lo que proporciona una visión más completa y crítica” (sujeto 4).

“Considero que he sido más eficiente relacionando conceptos abstractos y relacionando la propia información del mapa con conocimientos previos. Por su parte, la IA ha sido mucho más descriptiva y general en cuanto a la información” (sujeto 7).

“Al recibir un texto ya estructurado y bien escrito, se reduce el esfuerzo por cuestionar y reformular las ideas, lo que puede limitar el desarrollo de un pensamiento más crítico” (sujeto 25).

La idea recogida en este último texto es importante y viene a coincidir con la expuesta por García-Peñalvo (2023, p. 6) quien afirma que “el uso de la IA va en detrimento del desarrollo

de las capacidades humanas”. Posiblemente, esta sea una de las observaciones más críticas y oportuna para la discusión.

Los aspectos positivos que incluye el alumnado sobre lo que aporta la IA se recoge por significativas las siguientes frases.

“Me ha hecho obtener otra perspectiva diferente más profunda del contexto del tema, sabe estructurar bien la argumentación y destaca la información clave además de hacer preguntas críticas” (sujeto 3).

“Permite obtener un modelo de redacción bien estructurado y académico, lo cual puede servir como referencia para mejorar mis propios escritos” (sujeto 19).

“Su comentario es más profundo y contextualizado, y utiliza teorías y conceptos que enriquecen el análisis. Por ejemplo, la IA introduce la teoría del Heartland de Mackinder, que no estaba presente en mi comentario, y analiza las implicaciones económicas del colonialismo. También señala errores en el mapa (como «Guatemunosa») y critica la perspectiva eurocéntrica, lo que añade una capa de reflexión crítica. De esta respuesta, se puede aprender a integrar teorías geopolíticas y a realizar un análisis más crítico y menos descriptivo” (sujeto 29).

El análisis del siguiente ítem sigue una línea similar a la anterior y busca concretar si el uso de la IA lo perciben como útil. La cuestión de la utilidad resulta esencial por varias razones.

La primera, porque el alumnado presta más atención a los contenidos que se enseñan si descubre las ventajas que le ofrece la IA y observa un rendimiento directo del uso de ella.

La segunda, porque si una innovación no se percibe como ventajosa difícilmente se incorporará al proceso de enseñanza y posteriormente a la vida cotidiana o profesional (Naranjo, 2009).

Los datos de este análisis sobre la utilidad de la IA se recogen en la Tabla 3 donde se puede apreciar que el 75,76% del alumnado reconoce que el uso de la IA ha sido útil.

Tabla 3. ¿Te ha resultado útil el uso de la IA?

	n	%
Sí	25	75,76
No	3	9,09
Sí, pero...	3	9,09
No contesta/En blanco	2	6,06

Fuente: elaboración propia.

Las razones de sus respuestas se analizan cualitativamente y de ellas se han destacado por su relevancia o significación las siguientes:

“La IA no solo proporciona información detallada, sino que también ofrece un enfoque analítico y crítico que puede ser difícil de alcanzar sin un conocimiento profundo de las teorías y contextos históricos. Además, la IA identifica errores y omisiones, lo que ayuda a mejorar la calidad del análisis” (sujeto 4). “El uso de la IA puede dinamizar el proceso de aprendizaje” (sujeto 31).

“La IA puede ser útil para tareas iniciales y para obtener una visión general de un tema. Sin embargo, no sustituye la necesidad de un análisis profundo y crítico por parte de los estudiantes” (sujeto 32).

Estas respuestas permiten inferir que el método utilizado facilita la autoevaluación y el desarrollo de procesos de metacognición cuando afirman las personas encuestadas que “ayuda a mejorar la calidad del análisis”, dinamiza el proceso de aprendizaje y les sirve de “visión” o modelo inicial.

La pregunta con la que finaliza el cuestionario se trata de una evaluación encubierta y consiste en preguntarles si recomendarían el método utilizado para otros temas y asignaturas. Los resultados obtenidos y recogidos del análisis del ítem se muestran en la Tabla 4. La información disponible nos permite valorar positivamente el resultado de la experiencia de aula con el uso de la IA, pues el 84,85% son favorables a la práctica desarrollada y no existe ninguna respuesta negativa.

Tabla 4. ¿Las recomendarías este método de enseñanza con el uso de la IA para otros temas y asignaturas?

	n	%
Sí	28	84,85
No	0	0
Sí, pero...	3	9,09
No contesta/En blanco	2	6,06

Fuente: elaboración propia.

Tras el análisis cualitativo de sus respuestas se han escogido las siguientes por lo que implican: “Sí, siempre y cuando uno sea consciente de las limitaciones que tiene el programa y de hasta dónde la tecnología puede suplantar el esfuerzo y raciocinio humano” (sujeto 10).

“La recomiendo para ayudar a realizar un guión o en el caso de no entenderlo que te pueda explicar lo mismo, pero de otra manera” (sujeto 12).

“En el ámbito educativo, tanto profesores como alumnos pueden beneficiarse de su uso, pero siempre con un enfoque que fomente el aprendizaje activo y no una dependencia excesiva de la tecnología” (sujeto 25).

Como se puede apreciar consideran trascienden en sus respuestas a un uso de la IA como fuente de documentación, datos o facilitadora de redacciones. Destaca la aplicación de la IA como un instrumento para realizar guiones de desarrollo cognitivo o como instrumento de aprendizaje activo y significativo, lo que conlleva a tomar conciencia de las ventajas y limitaciones en el razonamiento humano.

4. DEBATE

La introducción de la IA en las aulas suscita numerosas dudas por parte del profesorado como ha sido expuesto en numerosas investigaciones (García-Peñalvo, 2023; Pajuelo, 2023). Esta desconfianza tiene como una de sus fundamentaciones en que la IA es vista como un mecanis-

mo que ofrece un producto finalizado, sin que recoja ningún aprendizaje por parte del alumnado. Esta prevención ha sido detectada en varias de las respuestas ofrecidas por las personas encuestadas y de hecho se ha escogido aquella en la que existe el recelo de que el uso de la IA anule el desarrollo de las capacidades humanas al encomendarle y transferirle actividades que normalmente desarrollan las personas. Se considera que la principal aportación de la experiencia presentada reside en que se visibiliza cómo el uso de la IA no va en contra del aprendizaje y trabajo del historiador, sino que se convierte en una herramienta facilitadora de ambos.

En la experiencia didáctica desarrollada e investigada, el proceso de enseñanza confiere más valor a la capacidad humana porque tiene que valorar los resultados obtenidos de la IA mediante un proceso comparativo que favorece procesos de metacognición al tener que descubrir lo qué se ha hecho bien o mal y en qué o cómo puede mejorar. Bracero (2024) plantea el problema a la inversa, que la máquina tome conciencia de cómo adquiere el conocimiento. La valoración de los resultados por parte del alumnado cabe relacionarla con la capacidad crítica tan esencial en el método histórico y que ha sido puesta en evidencia recientemente por Carretero y Gartner (2024) con relación a la introducción de la IA en la enseñanza de la historia y en general en la formación universitaria por Lengua-Cantero, Bernal-Oviedo, Flórez-Barboza, y Velandia-Feria, (2020). Osán y Villanueva (2024) recurren a la IA para desarrollar otra capacidad importante para la construcción del conocimiento histórico: la imaginación.

La cuestión crítica es que en esta experiencia de aula no se enseña a usar la IA porque previamente en la encuesta inicial se tiene constancia de que la han usado. Tampoco se muestra como realizar comentario de mapa, porque desde niveles educativos de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, ya se les ha enseñado. La aportación de esta investigación es demostrar como la IA en la práctica de aula se puede convertir mediante una metodología activa, sustentada en la comparación en herramienta facilitadora del aprendizaje.

Esta experiencia aplicada a la enseñanza de la historia se puede generalizar a otras ciencias, particularmente, las sociales, y los resultados obtenidos tienen especial relevancia porque se trata de un alumnado finalizando sus estudios en el Grado de Historia, por lo que se pueden comenzar a considerar expertos.

La esencia de la propuesta de metodología activa se apoya en el aprendizaje por comparación, donde se procede a hacer inicialmente un afloramiento de sus conocimientos previos mediante la práctica de un comentario de mapa para pasar posteriormente a compararlo con el comentario obtenido de la IA. El cuestionario final viene a reforzar el aprendizaje al invitar a tomar conciencia sobre lo qué han aprendido, de la utilidad del mismo y de cómo lo han aprendido. En lo esencial subyace la aplicación de una metodología constructivista.

La investigación planteada se puede ampliar o extender de diferentes formas, bien introduciendo otros materiales que utiliza el historiador como textos, cuadros o gráficas, por ejemplo, o recurriendo a otros métodos didácticos como el aprendizaje basado en problemas, método de proyectos, entre otros. Pero la finalidad última que se toma como referente es la de descubrir como la IA puede facilitar o contribuir al desarrollo de las capacidades humanas y para ello se considera imprescindible conocer lo que piensa el propio alumnado practicando la evaluación de sus propios procesos de aprendizaje.

5. CONCLUSIÓN

El objetivo principal de la investigación era introducir la IA en la enseñanza de la Historia. Este objetivo ha sido cubierto porque el 84,85% del alumnado ha considerado recomendable la práctica desarrollada en este curso y extensible para otras asignaturas.

Un segundo objetivo era proponer un método didáctico activo y significativo que superase el mero uso de este recurso digital, limitándose a cuestiones tecnológicas y procedimentales. El resultado final confirma la aceptación de esta propuesta al recomendarla la mayoría de las personas encuestadas. Desde este punto de vista metodológico el análisis cualitativo ha puesto de manifiesto que la IA les permite obtener modelos, generar guiones, mejorar sus comentarios mediante procesos de autoevaluación, entre otras. Igualmente, la práctica ha contribuido a fomentar el espíritu crítico que se ha manifestado en los análisis cualitativos de los cuestionarios. De esta forma, el 69,70% del alumnado confirma que la respuesta de la IA les ha permitido mejorar su comentario y el 75,76% reconoce que el uso de la IA les ha sido útil.

Un tercer objetivo consistía en familiarizar al alumnado con el uso de la IA en historia y mostrar una parte de sus potenciales usos. Esta aceptación de la innovación pasaba por el descubrimiento de la funcionalidad, utilidad de lo que estaban aprendiendo. El análisis practicado ha puesto en evidencia la utilidad de la IA de diferentes formas. De este modo la mayoría del alumnado ha destacado la respuesta bien estructurada que les ha ofrecido la IA, así como la claridad del comentario o la pertinencia del vocabulario utilizado. Igualmente, destacan la abundancia de datos que ofrece y su contribución a la mejora de la redacción.

AGRADECIMIENTOS/APOYOS

El presente trabajo ha contado con una ayuda del Programa de Redes de investigación en docencia universitaria del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Alicante (convocatoria 2024). Ref.: (6122).

REFERENCIAS

- Álvarez-Sepúlveda, H. A. (2023). La Inteligencia Artificial como Catalizador en la Enseñanza de la Historia: Retos y Posibilidades Pedagógicas. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 16(2), 318-325. <https://doi.org/10.37843/rted.v16i2.426>
- Bracero, F. (2024). Metacognición, la gran frontera de la IA, *La vanguardia*, 5 de julio de 2024. <https://acortar.link/AK33nP>
- Camino Herrera, C., Granda Valencia, V., Vega Miraba, S. y Lavarello Delgado, X. (2024). Integración de la inteligencia artificial en la enseñanza de la historia mundial: perspectivas y desafíos. *Polo del Conocimiento*, 9(5), 1799-1819. doi: <https://doi.org/10.23857/pc.v9i5.7235>
- Carrasco Rodríguez, A. (2023). Reinventando la enseñanza de la Historia Moderna en Secundaria: la utilización de ChatGPT para potenciar el aprendizaje y la innovación docente. *Studia Historica: Historia Moderna*, 45(1), 101-145. <https://doi.org/10.14201/shhmo2023451101146>
- Carretero, M. y Gartner, E. (2024). Artificial Intelligence and historical thinking: a dialogic exploration of ChatGPT/Inteligencia Artificial y pensamiento histórico: una ex-

- ploración dialógica del ChatGPT. *Studies in Psychology*, 45(1), 80-102. <https://doi.org/10.1177/02109395241241379>
- Lengua-Cantero, C., Bernal-Oviedo, G., Flórez-Barboza, W. y Velandia-Feria, M. (2020). Tecnologías emergentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje: hacia el desarrollo del pensamiento crítico, *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(3), 83-98. <https://doi.org/10.6018/reifop.435611>
- Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes (2025). Igualdad en cifras. MEFD 2025, Ed. Subdirección General de Atención al Ciudadano, Documentación y Publicaciones. <https://acortar.link/5310Ra>
- Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (2023-24). *Estudiantes en las Universidades Españolas*. <https://acortar.link/blfYcQ>
- Naranjo Pereira, M^a L. (2009). Motivación: perspectivas teóricas y algunas consideraciones de su importancia en el ámbito educativo, *Revista Educación*, 33, 153-170. <https://doi.org/10.15517/revedu.v33i2.510>
- Osán Ramírez, C. y Villanueva, G. (2024). Hacia la imaginación histórica en la enseñanza de la Historia a través de las IA. *Reseñas De Enseñanza De La Historia*, (25), 54-69. <https://acortar.link/drYHZM>
- Pajuelo, L. (2023). Inteligencia Artificial ¿oportunidad o amenaza en las aulas? *Educación 3.0*, 50, 25-37.
- Peláez Romero, K. (2024). *El futuro Prometeo: aplicación didáctica de las inteligencias artificiales en la enseñanza de la historia*, Trabajo de fin de Máster Centro de Estudios de Posgrado Universidad de las Islas Baleares, Año académico 2023-24.
- Piedra-Castro, W. I. (2025). Enseñanza de las ciencias sociales con metodologías pedagógicas de inteligencia artificial. *Journal of Economic and Social Science Research*, 5(1), 119-130. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v5/n1/164>
- Ruiz Colmenar, A. y Mariné Carretero, N. (2024). La IA en la enseñanza de la historia del arte: un caso práctico. En *Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura*. 1, 12. <https://doi.org/10.5821/jida.2024.13296>
- Santacreu Soler, J.M., Sebastiá Alcaraz, R., Ferrero Punzano, S.M., Bautista Ruiz, E., Cárdenas Blesa, C., Colomer Rubio, J.C., Galvañ Mas, C., López Torregrosa, A. A., Ruiz Núñez, B., Samaniego Pardo, C., Santacreu Cortés, I. y Senante Beredes, H. (2025). El uso de la inteligencia artificial en el Grado de Historia: realidad social y práctica académica, *Xarxes Innovaestic 2025*, 171-173, Universitat d'Alacant.

Capítulo 6. Mejora del aprendizaje de las competencias prácticas en el área de histología de los alumnos del Grado en Medicina utilizando imágenes interactivas

Omar García Sánchez

Lorena Benito Garzón

Universidad de Salamanca (España)

Resumen: En la parte práctica de la asignatura Histología Humana del Grado en Medicina de la Universidad de Salamanca se observaron diferentes preparaciones histológicas. Los resultados académicos en esta parte práctica fueron sistemáticamente peores que los de la parte teórica, por lo que implementar una nueva herramienta docente de apoyo a los estudiantes parece imprescindible. Para facilitar la adquisición de habilidades prácticas por parte de los alumnos, se ha desarrollado un nuevo proyecto de innovación docente basado en imágenes interactivas que contienen varios botones con diferentes funcionalidades (textos explicativos y audios, fotografías de diferentes aumentos de cada preparación, señalización de elementos, preguntas de repaso, etc.). Comparando los resultados académicos de los alumnos de los cursos en los que se utilizaron las imágenes interactivas con aquellos en los que no, se observó una mejora del rendimiento académico. Además, las encuestas de satisfacción realizadas a los alumnos mostraron que éstos tenían una muy buena opinión de las imágenes interactivas y afirmaron que les ha sido muy útil para ayudarles en la asimilación de los conceptos prácticos de la asignatura. Por lo tanto, se puede concluir que las imágenes interactivas podrían considerarse una herramienta eficaz para ayudar a los estudiantes a adquirir habilidades prácticas en el área de Histología.

Palabras clave: innovación docente, imágenes interactivas, microscopio, histología, habilidades prácticas

Abstract: In the practical part of the subject Human Histology of the Degree in Medicine at the University of Salamanca, different histological preparations were observed. The academic results in this practical part were consistently worse than those of the theoretical part, so implementing a new educational tool to support students seems to be essential. To facilitate the acquisition of practical skills by students, a new teaching innovation project has been developed based on interactive images containing various buttons with different functionalities (explanatory texts and audios, photographs of different magnifications of each preparation, signposting of elements, review questions, etc.). Comparing the academic results of students in courses in which the interactive images were used with those in which they were not, an improvement in academic performance was observed. In addition, the satisfaction surveys carried out by the students showed that the students had a very good opinion of the interactive images and stated that it has been very useful to help them in assimilating the practical concepts of the subject. Therefore, it can be concluded that the interactive images could be considered an effective tool to help students to acquire practical skills in the Histology area.

Keywords: teaching innovation, interactive imaging, microscope, histology, practical skills

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza está sufriendo un importante cambio en los últimos años, lo que implica que los docentes tengan que desarrollar nuevas metodologías. Antes, lo habitual eran las clases magistrales, durante las cuales el profesor transmitía unidireccionalmente sus conocimientos a los alumnos, jugando un papel totalmente pasivo los estudiantes. Actualmente, con las nuevas estrategias educativas el alumno tiene un papel mucho más participativo. Ahora la docencia universitaria se centra en el estudiante, lo que implica que hay que tener en cuenta sus propios procesos de aprendizaje (Paniagua, 2021). El profesor universitario debe tener diversas competencias pedagógicas que favorezcan el aprendizaje de sus alumnos y, para lograr este fin, es necesario utilizar variadas estrategias metodológicas y didácticas relacionadas con el área de estudio, facilitando el aprendizaje de los estudiantes con el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). El docente debe saber aprovechar y utilizar de manera solvente los recursos técnicos, metodológicos, didácticos y administrativos que le permita lograr que sus estudiantes adquieran las competencias relacionadas con sus asignaturas (Aburto, 2020).

Además, ocurre con frecuencia que el alumno que comienza los estudios universitarios no está preparado para enfrentarse a las exigencias académicas y a todo el contexto que implica la vida universitaria (Araneda, 2018). Esto afecta de una manera importante a la salud mental y emocional de los alumnos, lo que provoca dificultades en la capacidad de aprendizaje, aspecto que deben ser tenidos en cuenta a la hora del proceso de enseñanza, lo que implica elaborar distintas adaptaciones para facilitar su rendimiento académico. Antes de la pandemia por Covid-19, se estimaba que el 20% de los universitarios tenían algún tipo de trastorno mental, principalmente de ansiedad, del estado de ánimo y por consumo de sustancias (Auerbach, 2016). Estos problemas de salud mental parecen que se han visto agravados por los efectos de la pandemia, a tenor de los resultados del estudio realizado por el Ministerio de Universidades, junto al Ministerio de Sanidad, en el año 2023 titulado: La salud mental en el estudiantado de las universidades españolas. Los datos de este estudio son realmente preocupantes ya que, por ejemplo, más del 50% del estudiantado ha percibido la necesidad de apoyo psicológico por problemas de salud mental recientes, la prevalencia de ansiedad moderada o grave es de aproximadamente uno de cada dos estudiantes o la prevalencia de pensamientos suicidas durante las dos semanas previas es de uno de cada cinco estudiantes, aproximadamente (Ministerio de Universidades, 2023). Por lo tanto, la salud mental de los jóvenes universitarios se ha convertido en un tema de creciente preocupación. El profesor debe adaptarse a estas circunstancias y buscar la metodología docente adecuada para cada contexto.

En el área de Histología del Departamento de Anatomía e Histología Humanas de la Universidad de Salamanca se imparten dos asignaturas básicas en el Grado en Medicina: Histología Humana I en el primer curso e Histología Humana II en el segundo. Estas asignaturas tienen gran importancia para poder adquirir conceptos básicos fundamentales en las posteriores asignaturas clínicas, por lo que los alumnos deben alcanzar las competencias pertinentes para tener una sólida base de conocimientos. La metodología de trabajo durante las prácticas consiste en una explicación previa por parte del docente de las preparaciones histológicas que se estudian en cada sesión y, posteriormente, cada estudiante en su microscopio óptico trabaja de forma individual estas muestras. Durante el desarrollo de las prácticas se han observado tres problemas

importantes: 1) Muchos de los alumnos realizan fotografías con sus teléfonos móviles, a través del ocular, para tener un repositorio de imágenes para su estudio futuro, obteniendo imágenes que suelen ser de baja calidad debido a lo rudimentario de la técnica; 2) Al finalizar la asignatura, los estudiantes deben superar una prueba tipo test donde se les muestra imágenes de las distintas preparaciones observadas al microscopio durante las prácticas. Los resultados académicos de estos exámenes, casi siempre, son peores que los obtenidos en las pruebas basadas en los contenidos teóricos; 3) Como instrumento de evaluación continua, los alumnos deben elaborar un cuaderno de prácticas donde dibujan y explican lo observado con el microscopio óptico. La corrección de estos cuadernos muestra que algunos alumnos no asimilan bien los conceptos y cometen fallos. Debido a estas carencias académicas, resultaba fundamental el desarrollar una herramienta educativa innovadora eficaz que pudiera mejorar la adquisición de las competencias prácticas por parte del alumnado. Además, esta herramienta de apoyo podría servir para disminuir la presión y angustia de los estudiantes al enfrentarse a los exámenes de la asignatura, mejorando la calidad de su salud mental.

Para conseguir este fin, se pensó en la idoneidad de elaborar un nuevo recurso educativo basado en imágenes interactivas. Además de servir como material de apoyo para los estudiantes, les permitiría aprovechar las prácticas de microscopía para observar con detalle las preparaciones histológicas de una forma más activa, no siendo necesario emplear tiempo en hacer fotografías con sus teléfonos móviles. Esto podría usarse para mejorar el rendimiento académico de los alumnos. Se pensaba que las imágenes interactivas podría ser de gran utilidad para nuestro alumnado, a tenor de la buena acogida de los estudiantes a las nuevas herramientas digitales que servían de complemento para ayudar al estudio de la histología instauradas por docentes de otras universidades españolas como, por ejemplo: microscopios virtuales (Girela, 2024; Márquez, 2019; Sáez, 2019; Sánchez, 2023); videos cortos explicativos usados antes de las sesiones prácticas (Milián, 2021); atlas histológicos (Megías, 2022); bancos de imágenes histológicas (García, 2023; Milián, 2023), etc.

Para la realización de este proyecto se tomaron fotografías de alta resolución de las preparaciones histológicas, con equipos profesionales y especialmente preparados para obtener fotografías en lupas y microscopios ópticos. Estas fotografías se trabajaron con la herramienta *Genially*, incluyendo distintos botones interactivos con diversas funcionalidades (textos y audios explicativos, fotografías de distintos aumentos de cada preparación, señalización de elementos, preguntas de repaso, etc.). Este proyecto de innovación docente fue aprobado en el curso 2023-2024 por los Vicerrectorados de Calidad y Enseñanzas de Grado y de Posgrado y Enseñanzas Propias de la Universidad de Salamanca. Se aplicó la nueva herramienta basada en imágenes interactivas a la asignatura Histología Humana I de primer curso del Grado en Medicina.

El objetivo final con la implantación de esta nueva herramienta era mejorar la adquisición de las competencias prácticas de los alumnos, para lo cual era necesario estudiar los resultados académicos de los estudiantes en el examen final de la asignatura y cómo elaboraban el cuaderno de prácticas. También, dentro de este proyecto, era importante tener información sobre el grado de satisfacción de los alumnos con esta nueva herramienta educativa basada en las imágenes interactivas.

3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Se plantearon las siguientes preguntas de investigación: 1) ¿Los alumnos de la asignatura Histología Humana I de primer curso del Grado en Medicina de la Universidad de Salamanca tienen mayor porcentaje de aciertos en la parte práctica del examen final al usar las imágenes interactivas que los alumnos de cursos anteriores que no tenían disponibles dichas imágenes?; 2) ¿Estos alumnos obtienen mejores calificaciones en los cuadernos de microscopios ópticos al usar las imágenes interactivas que los alumnos de cursos anteriores que no tenían disponibles dichas imágenes?; 3) ¿Qué opinan estos alumnos de la nueva herramienta educativa basada en las imágenes interactivas?

4. MÉTODO

En el curso 2022-2023 comenzó un nuevo plan de estudios en el Grado en Medicina de la Universidad de Salamanca que provocó cambios en las asignaturas asociadas al área de Histología. Previamente a este nuevo plan, existía solamente una asignatura titulada Histología Humana que se impartía en el primer curso, con ocho ECTS. En el nuevo plan, se crearon dos asignaturas, Histología Humana I con cuatro ECTS e Histología Humana II con tres ECTS, impartidas en primer y segundo curso respectivamente. Debido a este cambio, para responder a las preguntas de investigación una y dos se tendrán en cuenta los cursos académicos 2022-2023, 2023-2024 y 2024-2025, que ya corresponden al nuevo plan de estudios y, por tanto, con la nueva estructura de las asignaturas. Dentro de estos tres cursos académicos, en el primero (2022-2023) no se utilizaron imágenes interactivas y en los otros dos sí (2023-2024 y 2024-2025). Se tendrán en cuenta los resultados de todos los alumnos matriculados en la asignatura.

Es importante aclarar que, aunque la muestra de curso académico sin el uso de imágenes interactivas sea solo una, en los cursos anteriores también se ve reflejada la tendencia de peores resultados académicos en la parte práctica que en la teórica en el examen final y los frecuentes errores conceptuales en la realización del cuaderno de prácticas de microscopía óptica.

4.1. Método para resolver la primera pregunta de investigación

4.1.1. Enfoque

Para dar cobertura a esta pregunta de investigación se estudiaron los resultados académicos de los estudiantes en las preguntas de la parte práctica del examen final de la asignatura.

4.1.2. Instrumentos utilizados

La parte práctica sobre las imágenes de microscopía óptica del examen final de la asignatura Histología Humana I del Grado en Medicina de la Universidad de Salamanca consta de diez preguntas tipo test, con 4 opciones de respuesta cada una. Se tendrá en cuenta el porcentaje de aciertos en estas preguntas.

4.1.3. Participantes

Los participantes son todos los alumnos matriculados en la asignatura en cada uno de los tres cursos académicos tenidos en cuenta para el estudio.

4.1.4. Procedimiento

En primer lugar, se obtuvo el porcentaje de aciertos de todos los alumnos a las diez preguntas tipo test en los tres cursos académicos. En segundo lugar, se compara este porcentaje entre los cursos en que se han utilizado las imágenes interactivas (2023-2024 y 2024-2025) con el curso en el que no se empleaban estas imágenes (2022-2023) para comprobar si los resultados académicos han mejorado con la nueva herramienta educativa. Por último, en los cursos en los que se ha utilizado las imágenes, se comprueba si se ha conseguido invertir la tendencia habitual que era que los alumnos tenían mejor rendimiento académico en la parte teórica que en la práctica.

4.2. Método para resolver la segunda pregunta de investigación

4.2.1. Enfoque

Para poder resolver esta pregunta de investigación se corrigen los cuadernos de prácticas de microscopios ópticos.

4.2.2. Instrumentos utilizados

En los cuadernos de prácticas los alumnos tienen que dibujar y explicar las preparaciones histológicas que se están estudiando en cada sesión de prácticas. Concretamente, para cada muestra tienen que: 1) Elaborar el dibujo; 2) Dentro de este dibujo tienen que señalar las distintas partes estudiadas; 3) Describir brevemente lo que han dibujado.

Se ha desarrollado una rúbrica, en la que se tienen en cuenta los errores que cometen los alumnos en cada uno de los tres aspectos indicados anteriormente, para obtener una calificación final de los cuadernos de microscopía de 0 a 10 puntos.

4.2.3. Participantes

Los participantes serán todos los alumnos matriculados en la asignatura en cada uno de los tres cursos académicos tenidos en cuenta para el estudio.

4.2.4. Procedimiento

Por una parte, se corrigen los cuadernos de prácticas de los alumnos de los tres cursos académicos, teniendo en cuenta los errores que se produzcan a nivel del dibujo, las indicaciones de las partes dentro del dibujo y las explicaciones. Por otra, se comparan las calificaciones obtenidas en los cuadernos entre los cursos en que se han utilizado las imágenes interactivas (2023-2024 y 2024-2025) con el curso en el que no se empleaban estas imágenes (2022-2023) para comprobar si han aumentado, lo que demostraría que han mejorado la calidad de los cuadernos de prácticas y han disminuido los errores conceptuales.

4.3. Método para resolver la tercera pregunta de investigación

4.3.1. Enfoque

Para poder resolver esta pregunta de investigación se elabora una encuesta de valoración para poder conocer el grado de satisfacción de los alumnos con las imágenes interactivas.

4.3.2. Instrumentos utilizados

Se diseña una encuesta de valoración anónima mediante los Formularios de Google con diversas preguntas sobre la utilidad de las imágenes interactivas como apoyo a las prácticas con microscopios, que contenía cinco preguntas de escala de puntuación (cinco era la máxima puntuación y cero la mínima), dos preguntas dicotómicas (Sí/No) y dos preguntas abiertas (para que los alumnos pudieran exponer su opinión sobre las fortalezas y debilidades de las imágenes interactivas).

4.3.3. Participantes

Los participantes serán todos los alumnos matriculados en la asignatura en los dos cursos académicos en los que se utilizaron las imágenes interactivas (2023-2024 y 2024-2025) aunque, al ser voluntaria, solo la realizaron alguno de ellos.

4.3.4. Procedimiento

En primer lugar, se elabora la encuesta de satisfacción con las preguntas de escala de puntuación, dicotómicas y abiertas mediante los Formularios de Google. En segundo lugar, se crea un código QR que enlaza con la encuesta. El tercer paso consiste en hacer una publicación en el tablón de la asignatura en la plataforma virtual institucional *Studium* con la explicación sobre la importancia de realizar la encuesta y con el código QR de acceso. Por último, las respuestas obtenidas se recogen en una hoja Excel para su posterior análisis con porcentajes.

5. RESULTADOS

5.1. Resultados relacionados con la primera pregunta de investigación

Se comparan los porcentajes de aciertos en la parte práctica del examen final de la asignatura en los tres cursos académicos estudiados (véase la Tabla 1). Como se puede comprobar en estos resultados, el porcentaje de aciertos ha sido mejor después del uso de las imágenes interactivas.

Este porcentaje mejoró en un 2,1% entre el curso 2022-2023 (sin imágenes interactivas) y el curso 2023-2024 (con imágenes interactivas). Es importante resaltar que el porcentaje de aciertos en la parte teórica fue un 5,8% superior en el curso 2022-2023 por lo que parece que, a pesar de tener mejores resultados académicos los alumnos de este curso, se consiguió que aumentara el porcentaje de aciertos en la parte práctica en los alumnos del curso 2023-2024 después del uso de la nueva herramienta educativa basada en las imágenes interactivas. Además, en el curso 2022-2023 la tendencia era la misma que en cursos anteriores, es decir, los resultados en la parte teórica eran mejores que en la parte práctica, aspecto que se ha conseguido revertir después del uso de las imágenes interactivas.

En el curso 2024-2025 el porcentaje de aciertos en la parte práctica ha mejorado considerablemente respecto al curso en el que no se utilizaba este nuevo recurso educativo, ya que ha aumentado en un 18%. Teniendo en cuenta los porcentajes de aciertos en la parte teórica, parece que los estudiantes del curso 2024-2025 son mejores que los del curso 2022-2023, ya que aumentaron los aciertos en un 5,6%, pero este dato de mejora ha sido más de tres veces superior en la parte práctica (18%). Nuevamente, en este curso 2024-2025 también se ha conseguido revertir la tendencia de mejores resultados académicos en la parte teórica que en la parte práctica del examen.

Por lo tanto, en los dos cursos académicos en los que se han utilizado las imágenes interactivas se ha conseguido aumentar los porcentajes de aciertos en la parte práctica respecto al curso en el que no se usaba esta herramienta y, también, en ambos años se ha conseguido revertir la situación de mejores resultados académicos en la parte teórica que en la práctica.

Tabla 1. Porcentajes de aciertos en la parte teórica y práctica en los tres cursos académicos estudiados.

Curso académico	2022-2023	2023-2024	2024-2025
Porcentaje de aciertos en la parte teórica	62,6	56,8	68,2
Porcentaje de aciertos en la parte práctica	61,4	63,5	79,4

5.2. Resultados relacionados con la segunda pregunta de investigación

Después del uso de las imágenes interactivas, se ha conseguido mejorar las calificaciones medias de los cuadernos de microscopios ópticos obtenidas por los alumnos en los dos cursos académicos, respecto al curso en el que no se utilizaba esta nueva herramienta. La media de las calificaciones de los cuadernos en el curso 2022-2023 fue de un 8 sobre 10. En el curso siguiente, cuando ya se utilizaban las imágenes interactivas, la media aumentó hasta 8,2 (a pesar de que, como se comentó anteriormente, parece que el rendimiento académico de estos alumnos era peor). En el curso 2024-2025 la media de las calificaciones de los cuadernos de microscopía óptica ha aumentado también. Concretamente la media es de 9, lo que supone una mejora considerable en la elaboración de los cuadernos de microscopía óptica.

5.3. Resultados relacionados con la tercera pregunta de investigación

De los 207 alumnos matriculados, la encuesta de valoración en el curso 2023-2024 fue realizada por 132, lo que representa un 63,8% de participación.

En el curso 2024-2025 los alumnos matriculados también eran 207, de los cuales realizaron la encuesta 93, lo que supone un 44,9% de participación.

5.3.1. Preguntas de escala de puntuación

Respecto a las preguntas de escala de puntuación, se muestran los porcentajes de alumnos que otorgaron cada puntuación a las diversas cuestiones del formulario (véase la Tabla 2).

Se puede observar que todas las preguntas obtuvieron valoraciones muy positivas ya que el mayor porcentaje de respuestas a cada pregunta siempre era la máxima puntuación. Destacando, por ejemplo, que el 85,6% de los alumnos en el curso 2023-2024 y el 84,9% en el curso 2024-2025 que contestaron a la encuesta le dan la máxima puntuación a la pregunta “su valoración global sobre estas imágenes interactivas es de”.

Otro punto de vista que sirve para reflejar que las puntuaciones a todas las cuestiones son realmente altas es que la suma del porcentaje de alumnos que han respondido 5 o 4 a cada pregunta es muy cercano al 100% (el caso más bajo es a la cuestión “¿favorece un mayor manejo

del microscopio al no tener que usar el móvil para hacer las fotos?” en el que el porcentaje, en el curso 2024-2025, es del 86%).

Tabla 2. Porcentajes de respuesta a las preguntas de las encuestas de satisfacción del alumnado.

Curso académico	23-24	24-25	23-24	24-25	23-24	24-25	23-24	24-25	23-24	24-25	23-24	24-25
Puntuación	5		4		3		2		1		0	
Mejora su capacidad para adquirir los conocimientos histológicos prácticos	80,3	75,3	17,4	23,6	2,3	1,1	0	0	0	0	0	0
Son una herramienta necesaria para las prácticas de las asignaturas de histología	68,2	79,6	20,5	17,2	9,8	3,2	1,5	0	0	0	0	0
Son útiles para poder elaborar el cuaderno de microscopía óptica	87,1	96,7	9,8	2,2	3,1	1,1	0	0	0	0	0	0
Favorece un mayor manejo del microscopio al no tener que usar el móvil para hacer las fotos	63,6	71	25	15	11,4	9,6	0	2,2	0	0	0	2,2
Su valoración global sobre estas imágenes interactivas es	85,6	84,9	12,2	15,1	2,2	0	0	0	0	0	0	0

5.3.2. Preguntas dicotómicas

A la cuestión: “las preguntas de repaso, que contiene la imagen interactiva, ¿le han servido para afianzar los conceptos?” en el curso 2023-2024 el 99,2% de los alumnos que realizaron la encuesta respondió que sí. En el curso 2024-2025, las respuestas afirmativas fueron el 91,4%.

A la pregunta: “¿piensa que es necesario que todas las preparaciones histológicas observadas en prácticas tengan su imagen interactiva?” en el curso 2023-2024 el 100% de los estudiantes respondió que sí. En el curso 2024-2025, las respuestas afirmativas fueron el 96,8%.

Estos resultados relacionados con las preguntas dicotómicas muestran, nuevamente, la muy buena opinión que tienen los alumnos respecto a esta nueva herramienta educativa debido a que un porcentaje muy alto de los estudiantes respondió positivamente a ambas preguntas.

5.3.3. Preguntas abiertas

En este apartado se muestran algunos de los comentarios más relevantes realizados por los alumnos, que se repetían de forma mayoritaria.

Respecto a la pregunta abierta de aspectos positivos, los estudiantes del curso 2023-2024 principalmente comentan que las imágenes interactivas les ayudan a identificar estructuras con precisión, ayudan a mejorar el aprendizaje de la asignatura al poder centrarse en la explicación en vez de hacer fotografías, refuerzan los contenidos explicados, permiten repasar lo visto en el microscopio desde casa, son muy visuales y didácticas, permiten dedicar más tiempo a mirar por el microscopio durante las prácticas, tienen más calidad que las fotografías tomadas con el móvil, aportan mucha información, son de fácil acceso y se pueden consultar en cualquier momento.

En el curso 2024-2025 los comentarios positivos más representativos fueron que las imágenes interactivas eran muy útiles para afianzar conocimientos y repasar conceptos, tienen mejor calidad que las fotografías que se podrían realizar con el móvil, ayudan a que en las prácticas se pueda mirar las preparaciones histológicas sin preocuparse por hacer fotografías, útiles para poder realizar los dibujos del cuaderno de prácticas de microscopía óptica, ayudan a que queden claro cualquier duda no entendida durante la sesión práctica, son didácticas, sirven como herramienta de estudio diaria y son una forma de aprender más dinámica.

Respecto a la pregunta abierta sobre aspectos negativos relacionados con las imágenes interactivas, pocos fueron los alumnos que encontraron alguna debilidad en la nueva herramienta educativa. Por lo tanto, estos comentarios sobre aspectos negativos no eran repetitivos, solamente eran realizados por algún alumno de manera individual. En el curso 2023-2024, los alumnos comentaron como puntos negativos que era necesario tener internet para utilizarlas, que a largo plazo cansan la vista, que podrían tener más explicación en cada una de las partes de la imagen y que, en ciertas ocasiones, resulta pesado clicar todos los botones para ver que pone en cada uno.

Los puntos débiles observados por los alumnos del curso 2024-2025 fueron que preferían las explicaciones en texto en vez de formato audio, que sería adecuado el poder retroceder en el audio para no tenerlo que escuchar completo cada vez, que las partes de la imagen podrían señalarse más específicamente con una flecha y que el programa va un poco lento.

Teniendo en cuenta los comentarios expresados por los alumnos sobre los aspectos positivos y negativos relacionados con las imágenes interactivas, se comprueba que la valoración que tienen los estudiantes sobre esta nueva herramienta educativa es muy buena, encontrándola útil y de gran ayuda para afianzar los conceptos prácticos de la asignatura.

6. CONCLUSIONES

El rendimiento académico de los estudiantes ha mejorado después del uso de las imágenes interactivas, obteniendo los alumnos mejores calificaciones en la parte práctica del examen final y en el cuaderno de microscopía óptica. Además de esta mejoría en la adquisición de las competencias prácticas por parte del alumnado, los estudiantes han mostrado un grado de satisfacción muy alto con esta nueva herramienta educativa ya que les servía de gran apoyo y ayuda para asimilar todos los conceptos relacionados con la parte práctica de la asignatura. Teniendo en cuenta la mejora del rendimiento académico de los estudiantes y sus opiniones sobre las imágenes interactivas, se podría afirmar que esta nueva herramienta habría ayudado a mejorar la salud mental de los alumnos, rebajando el nivel de tensión y angustia que presentaban al enfrentarse a la parte práctica de la asignatura, ya que estas imágenes les habrían servido para esclarecer cualquier duda no entendida.

Con todo ello, las conclusiones de este proyecto de innovación docente son: el uso de las imágenes interactivas permite a los alumnos utilizar este recurso educativo como material de apoyo; favorece la inclusión y el aprendizaje equitativo y adaptado a los ritmos de los procesos cognitivos de cada estudiante, lo que facilita que los alumnos alcancen los objetivos de aprendizaje y las competencias correspondientes de la asignatura; los estudiantes tienen una valoración muy positiva del uso de imágenes interactivas como complemento a las prácticas de microscopía óptica, encontrando apropiado su uso de forma sistemática; es necesario seguir analizando los resultados académicos en cursos venideros para comprobar que esta tendencia positiva se mantiene en el tiempo; el uso de nuevas herramientas educativas que faciliten a los estudiantes la adquisición de las competencias asociadas a cada asignatura puede tener un efecto positivo a la hora de mejorar la calidad de la salud mental de los alumnos universitarios.

REFERENCIAS

- Aburto Jarquín, P. A. (2020). El rol del profesor universitario en el siglo XXI, ¿es necesario cambios en su actuación como docente tutor-investigador? *Revista Compromiso Social*, 1(3), 59-72. <https://doi.org/10.5377/reco.v2i3.13433>
- Araneda-Guirriman, C., Sallán, J. G., Pedraja-Rejas, L. y Rodríguez-Ponce, E. (2018). Percepciones sobre el perfil del estudiante universitario en el contexto de la educación superior de masas: aproximaciones desde Chile. *Interciencia*, 43(12), 864-870.
- Auerbach, R. P., Alonso, J., Axinn, W. G., Cuijpers, P., Ebert, D. D., Green, J. G., Hwang, I., Kessler, R. C., Liu, H., Mortier, P., Nock, M. K., Pinder-Amaker, S., Sampson, N. A., Aguilar-Gaxiola, S., Al-Hamzawi, A., Andrade, L. H., Benjet, C., Caldas-de-Almeida, J. M., Demyttenaere, K., Florescu, S., de Girolamo, G., Gureje, O.,... Bruffaerts, R. (2016). Mental disorders among college students in the World Health Organization World Mental Health Surveys. *Psychological Medicine*, 46(14), 2955-2970. <https://doi.org/10.1017/S0033291716001665>
- García-García, O. D., Crespo, P. V., Cañizares-García, F. J., Etayo-Escanilla, M., Carriel, V., Chato-Astrain, J., Blanco-Elices, C., Sanchez-Porras, D., Sánchez-Quevedo, M. C. y Martín-Piedra, M. (2023). Development of a virtual and interactive Microscopic Image Bank of Histological States for the active acquisition of medical skills. *Histology and Histopathology*, 38(S1), 13.
- Girela, J. L., Martínez-Ruiz, N., Vizcaya, F., Pérez-Cañaveras, R., Martínez-Lorente, A. y Juan, J. (2024). Students' perceptions on Virtual Microscopy in Medicine Education. *Histology and Histopathology*, 39(S1), 66.
- Márquez, J. y Crende, O. (2019). Exploring new virtual educational methodologies applicate to cell and tissue biology. *Histology and Histopathology*, 34(S1), 183.
- Megías, M., Molist, P. y Pombal, M. A. (2022). Histology for everyone: the UVigo histological atlas. *Histology and Histopathology*, 37(S1), 13.
- Milián, L., Martín de Llano, J. J., Mata, M. y Carda, C. (2021). Changes in the methodology of microscopy practices in the Histology subject of the degree in Dentistry. *Histology and Histopathology*, 36(S1), 16.

- Milián, L., Mata, M., Carda, C., Ruiz-Sauri, A., Sancho-Tello, M., Martín de Llano, J. J., Navarro Lucas, R. y Ríos, C. (2023). Interactive slides for learning Histology in the degree in dentistry of the University of Valencia. *Histology and Histopathology*, 38(S1), 15.
- Ministerio de Universidades y Ministerio de Sanidad. (2023). *La salud mental en el estudiantado de las universidades españolas*. <https://acortar.link/Ld1063>
- Paniagua-Cortés, Y. (2021). El personal docente universitario en el siglo XXI: retos desde la educación superior pública costarricense. *Ensayos Pedagógicos*, 91-113. <https://doi.org/10.15359/rep.esp-21.4>
- Sáez, F. J., Gómez-Santos, L. y Badiola, I. (2019). Use of the microscope as an active tool for autonomous learning. *Histology and Histopathology*, 34(S1), 88.
- Sanchez-Varo, R., Escamilla, A., López-Villodres, J. A. y Bermúdez, D. (2023). New teaching strategies in Histology. More learning and less teaching: using virtual microscope and Histostories. *Histology and Histopathology*, 38(S1), 5.

Capítulo 7. Impacto del uso del teléfono celular en el comportamiento social y el ciberacoso de universitarios mexicanos

Lucía Margarita González Barrón
María de los Ángeles Fuentes Vega
Universidad Estatal de Sonora (México)

Resumen: El presente estudio analiza el uso del teléfono celular en el comportamiento social y el ciberacoso entre estudiantes universitarios en Hermosillo, Sonora, desde una perspectiva interdisciplinaria que combina comunicación y sociología. Participaron 498 jóvenes de entre 17 y 23 años de instituciones públicas. Uno de los principales hallazgos es el uso social del celular, no solo para entretenimiento, sino también para registrar y difundir contenidos comprometedores, lo que plantea implicaciones éticas y sociales. El celular se identifica como una herramienta que puede facilitar prácticas de violencia simbólica entre pares. El ciberacoso emerge como un fenómeno creciente que afecta a edades tempranas, lo que resalta la necesidad de estrategias educativas para sensibilizar sobre sus consecuencias. El estudio revela que el 97.3% de los estudiantes prefiere el celular frente a otros dispositivos, lo cual genera preocupación por su impacto en la socialización y los riesgos de un uso irresponsable. Se advierte además sobre conductas adictivas vinculadas al uso excesivo del celular, que afectan el desarrollo físico, psicológico y las interacciones presenciales. El trabajo concluye con la importancia de fomentar un uso equilibrado de la tecnología y propone nuevas líneas de investigación sobre los cambios socioculturales derivados del uso de dispositivos móviles en el entorno universitario.

Palabras clave: estudiantes, universitarios, celular, ciberacoso

Abstract: This study analyzes the use of cell phones in social behavior and cyberbullying among university students in Hermosillo, Sonora, from an interdisciplinary perspective that combines communication and sociology. 498 students from public institutions, aged between 17 and 23, participated. One of the main findings is the social use of cell phones, not only for entertainment but also to record and share compromising content, which raises ethical and social concerns. The cell phone is identified as a tool that can facilitate symbolic violence among peers. Cyberbullying emerges as a growing phenomenon affecting increasingly younger individuals, highlighting the need for educational strategies to raise awareness about its consequences. The study reveals that 97.3% of students prefer cell phones over other devices, which raises concerns about their impact on face-to-face socialization and the risks associated with irresponsible use. The study also warns about addictive behaviors linked to excessive cell phone use, which affect physical and psychological development as well as in-person interactions. The research concludes by emphasizing the importance of promoting balanced technology use and proposes new lines of inquiry to further explore the sociocultural changes driven by mobile device usage in the university environment.

Keywords: students, university students, cellphone, cyberbullying

1. INTRODUCCIÓN

El uso del teléfono celular se ha integrado de manera profunda en la vida cotidiana de adolescentes y jóvenes, convirtiéndose en una herramienta esencial para la comunicación, el acceso a la información y la construcción de vínculos sociales (Abu Bakar, 2015; Polo et al., 2017). Este dispositivo, antes asociado únicamente al entretenimiento o la conectividad básica, ha evolucionado en los últimos años hasta consolidarse como una extensión del yo digital, especialmente entre la población joven. Su omnipresencia ha transformado no solo las dinámicas personales y académicas, sino también las formas en que los sujetos se relacionan, se representan y se reconocen en los entornos digitales.

Esta expansión tecnológica ha dado lugar a una cultura del ciberespacio (Dennehy et al., 2020; Rodríguez-Correa y Rivaudalla, 2018), en la cual los procesos de interacción se han trasladado a entornos virtuales, generando nuevas formas de socialización, pero también nuevas problemáticas sociales, éticas y psicológicas. Entre estas problemáticas destaca el ciberacoso, un fenómeno complejo que emerge en estos escenarios mediados por pantallas, donde la inmediatez, el anonimato y la viralidad de los contenidos pueden amplificar los efectos de la violencia interpersonal. Aunque el ciberacoso ha sido ampliamente estudiado en etapas educativas como la primaria y la secundaria, en el ámbito universitario ha recibido todavía una atención limitada (Caurcel Cara y Crisol Moya, 2022; Dobarro et al., 2018), a pesar de los riesgos particulares que presenta esta etapa.

Investigaciones recientes han constatado la presencia creciente del ciberacoso en contextos universitarios (Bernardo et al., 2020; Martínez-Monteagudo et al., 2020), desafiando la noción generalizada de que los estudiantes de este nivel poseen una madurez psicosocial suficiente para prevenir o gestionar estas situaciones (Méndez et al., 2019). Por el contrario, la etapa universitaria representa un periodo de transición caracterizado por la autonomía, la redefinición de relaciones interpersonales y la exposición constante a normas sociales cambiantes. Esta etapa también implica una disminución del acompañamiento adulto y una presión creciente por consolidar la identidad individual, lo cual puede aumentar la vulnerabilidad a situaciones de violencia digital, especialmente cuando el entorno carece de mecanismos institucionales de prevención y contención (Dobarro et al., 2018; Khine et al., 2020; Martínez-Ramón et al., 2019).

Este riesgo se ve intensificado entre grupos históricamente vulnerados como minorías étnicas, sexuales o estudiantes con necesidades educativas especiales, quienes pueden convertirse en blanco frecuente de acoso y discriminación digital (Wensley y Campbell, 2012; Méndez et al., 2019). En muchos casos, estas formas de violencia no solo son invisibilizadas, sino también minimizadas o justificadas bajo discursos de “libertad de expresión” o “humor”, lo cual contribuye a su normalización dentro de los espacios académicos.

Desde esta perspectiva, es fundamental que la educación superior asuma un rol proactivo no solo en la intervención, sino también en la prevención del ciberacoso, favoreciendo un clima institucional inclusivo, positivo y respetuoso (Caurcel Cara y Crisol Moya, 2022). La violencia simbólica y digital que se naturaliza en los entornos educativos tiene serias repercusiones sobre el bienestar psicológico, la permanencia escolar y los derechos fundamentales

del estudiantado (Unesco, 2019), particularmente cuando estas conductas incluyen la humillación, la intimidación, el aislamiento o la violencia de género (Vázquez, Pagnone y Solís, 2022).

En este sentido, promover una comunicación basada en el respeto mutuo, la empatía y la comprensión intercultural se vuelve clave para fomentar la tolerancia, la convivencia y la corresponsabilidad digital en contextos diversos (Kaldman, Pérez y Rodríguez, 2023). La alfabetización digital y emocional de la comunidad universitaria resulta entonces imprescindible para enfrentar no solo el fenómeno del ciberacoso, sino también los desafíos éticos del habitar virtual.

En consecuencia, el presente estudio se propone explorar la percepción del ciberacoso y el uso del teléfono celular entre estudiantes universitarios en instituciones públicas de Hermosillo, Sonora. Al centrarse en este nivel educativo, busca contribuir al debate académico y al diseño de estrategias preventivas con pertinencia contextual, atendiendo a las dinámicas tecnológicas, sociales y culturales que atraviesan la vida universitaria. Se parte de la convicción de que comprender cómo los jóvenes experimentan, justifican o enfrentan el ciberacoso es clave para construir entornos digitales más seguros, equitativos y humanizantes.

2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se centra en tratar de dar respuesta a las siguientes preguntas:

¿Cuál es la percepción de los jóvenes universitarios en Hermosillo, Sonora, México sobre el ciberacoso a través del teléfono celular?

¿Cuál es el uso que le dan los jóvenes universitarios al teléfono celular en el contexto escolar en Hermosillo, Sonora, México?

3. METODOLOGÍA

Con el propósito de responder a las preguntas de investigación planteadas, se adoptó un enfoque metodológico cuantitativo de tipo descriptivo. Según Hernández, Fernández y Baptista (2003), los estudios descriptivos permiten identificar y detallar las características esenciales de individuos, grupos o fenómenos, proporcionando un panorama claro y estructurado de la realidad que se analiza.

Dado el interés por conocer la percepción que tienen los jóvenes universitarios sobre el ciberacoso a través del teléfono celular, así como los usos que le dan a este dispositivo en el ámbito escolar, se consideró pertinente trabajar con estudiantes matriculados en universidades públicas de Hermosillo, Sonora. Su participación ofreció información relevante y contextualizada sobre las variables de estudio.

Para la recolección de datos se aplicó un cuestionario diseñado específicamente con este propósito, lo que permitió obtener un diagnóstico cuantitativo del fenómeno investigado.

En cuanto a la muestra, se empleó un muestreo aleatorio simple, seleccionando aleatoriamente a 498 estudiantes que van de los 17 a los 23 años de edad, pertenecientes a tres instituciones de educación superior: la Universidad de Sonora, la Universidad Estatal de Sonora y el Instituto Tecnológico de Hermosillo.

4. RESULTADOS

4.1. Uso del teléfono celular en el contexto escolar

El uso del teléfono celular en el ámbito escolar se ha consolidado como una práctica habitual entre los estudiantes universitarios, quienes encuentran en este dispositivo una herramienta multifuncional para acceder a contenidos académicos, comunicarse con sus pares y gestionar su vida estudiantil. Lejos de ser únicamente un instrumento de entretenimiento, el celular se ha transformado en un recurso clave para el aprendizaje autónomo y la interacción educativa. Diversos estudios reconocen su valor pedagógico al permitir la creación de productos digitales, fomentar la participación activa y facilitar el aprendizaje ubicuo, es decir, aquel que puede desarrollarse en cualquier momento y lugar (Bates, 2015).

4.1.1. Preferencia de uso de dispositivo tecnológico

Tabla 1. Preferencia de uso de dispositivo tecnológico.

Preferencia de uso de dispositivo tecnológico	
Dispositivo	Porcentaje
Celular	97.3%
Laptop/Computador	33.3%
Tableta	3.8%
Televisión	9.2%
Consolas de video juego	7.2%

La Tabla 1 muestra la preferencia de uso de dispositivo tecnológico entre los estudiantes. Uno de los hallazgos más destacados del estudio revela que el 97.3 % de los estudiantes universitarios encuestados utiliza con mayor frecuencia el teléfono celular, en comparación con otros dispositivos tecnológicos como la laptop o computadora (33.3 %) y la televisión (9.2 %). Este dato refleja el papel central que ha adquirido el teléfono móvil en la vida cotidiana y académica de los jóvenes, al convertirse en su principal medio de acceso a la información, la comunicación y el aprendizaje.

En este sentido, Bates (2015) señala que el aprendizaje a través del teléfono celular ofrece oportunidades para que los estudiantes inviertan tiempo en la creación de artefactos que evidencien de manera tangible su proceso de aprendizaje. Su facilidad de uso, accesibilidad y portabilidad han contribuido a posicionarlo como el primer medio de comunicación universal en la historia (Corbell, 2007), sin distinción de edad, nivel socioeconómico o ubicación geográfica. Estos elementos explican en parte la predominancia del teléfono celular como herramienta tecnológica preferida en el contexto universitario.

4.1.2. Uso del teléfono celular dentro del aula

Tabla 2. Uso del teléfono celular como apoyo para la clase.

Profesores que utilizan el celular como apoyo en el aula	
Indicadores	Porcentaje
Algunos	52.6%
Ninguno	22.4%
Todos	11.1%
Mas de la mitad	13.9%
Profesores que permiten a los alumnos utilizar el celular en clase como apoyo	
Algunos	50.8%
Ninguno	5.8%
Todos	17%
Mas de la mitad	26.4%

En relación con el uso del teléfono celular como herramienta de apoyo dentro del aula, en la Tabla 2 se puede identificar que el 77.6 % de los estudiantes indicó que al menos uno de sus profesores utiliza este dispositivo con fines educativos, mientras que el 22.4 % señaló que ninguno de sus docentes lo emplea en clase. Este dato sugiere una creciente apertura hacia la integración del celular en las prácticas docentes, aunque aún persisten espacios donde no se incorpora.

Por otra parte, cuando se consultó sobre la posibilidad de que los alumnos usen su propio celular como recurso en clase, la gran mayoría (94.2 %) afirmó que sus profesores lo permiten, lo cual refleja una actitud más flexible por parte del profesorado hacia el uso autónomo de la tecnología por parte del alumnado. Solo un 5.8 % señaló que ningún profesor permite el uso del celular en clase.

Estos resultados evidencian que, si bien el celular ya se encuentra presente en las dinámicas escolares, todavía existen diferencias en cuanto a su apropiación pedagógica por parte del profesorado, lo que abre la puerta a reflexionar sobre la formación docente en competencias digitales y la construcción de estrategias didácticas que integren críticamente esta tecnología.

4.2 Percepción de estudiantes universitarios sobre el ciberacoso a través del teléfono celular

El ciberacoso, como forma de violencia ejercida a través de medios digitales, ha adquirido una creciente relevancia en los entornos universitarios. A pesar de que este nivel educativo suele asociarse con una mayor madurez emocional, las experiencias de hostigamiento, intimidación o humillación en línea continúan presentes y, en ocasiones, normalizadas. En este apartado se

presentan los resultados obtenidos sobre la percepción que tienen los estudiantes universitarios respecto al ciberacoso a través del teléfono celular, analizando cómo comprenden este fenómeno, qué valores le atribuyen y qué tanto lo identifican como una práctica nociva o inofensiva en su vida cotidiana.

Tabla 3. Percepción sobre el ciberacoso entre jóvenes.

Percepción sobre el ciberacoso entre estudiantes universitarios	
Indicadores	Porcentaje
Es algo normal	5.8%
Es algo malo	61.5%
Daña a las personas	69.8%
Es divertido	1.3%
Es juego/broma	0.9%
Mis padres me lo prohíben	3.8%

En cuanto a la percepción del ciberacoso entre los estudiantes universitarios encuestados, los resultados de la Tabla 3 muestran una visión predominantemente crítica hacia este fenómeno. El 69.8 % considera que el ciberacoso daña a las personas, mientras que el 61.5 % lo identifica directamente como algo malo. Estos datos sugieren que una parte importante del estudiantado reconoce las implicaciones negativas de estas prácticas, aunque aún persisten algunos discursos normalizadores: el 5.8 % lo percibe como algo normal, el 1.3 % lo considera divertido y el 0.9 % lo interpreta como una broma o juego.

Estas percepciones reflejan la ambivalencia con la que puede experimentarse el ciberacoso en contextos donde su manifestación se ha normalizado o invisibilizado. Como señala la Unesco (2019), la violencia que se ha naturalizado en los espacios educativos representa una preocupación global, ya que compromete el bienestar integral de los estudiantes y su derecho a una vida libre de violencia. Esta preocupación es aún más relevante en la educación superior, donde se ha tendido a minimizar la presencia del ciberacoso bajo la suposición de una mayor madurez emocional (Méndez et al., 2019; Bernardo et al., 2020). Sin embargo, los resultados aquí presentados confirman que el ciberacoso sigue siendo un fenómeno vigente que requiere atención desde una perspectiva preventiva y formativa.

4.2.1 Comportamiento de estudiantes universitarios sobre el ciberacoso a través del teléfono celular

Más allá de las percepciones declaradas sobre el ciberacoso, es fundamental analizar el comportamiento real de los estudiantes universitarios en entornos digitales. La normalización de ciertas actitudes agresivas, el anonimato que ofrecen las redes sociales y la falta de regulación emocional pueden propiciar conductas que, aunque no siempre son reconocidas como violencia, sí constituyen formas de acoso digital. En este apartado se abordan diversas prácticas que reflejan

una personalidad dominante o impulsiva en la interacción en línea, lo cual permite identificar contradicciones entre el rechazo declarado al ciberacoso y la participación activa o pasiva en dinámicas que lo reproducen.

Tabla 4. Personalidad agresiva de jóvenes en la red.

Personalidad agresiva de jóvenes en la red	
Indicadores	Porcentajes 2023
Me divierte ridiculizar	11.6%
Encuentro la manera de molestar	12.5%
Subo imágenes ridículas de otros	10.1%
Publico defectos de quien me cae mal	3.8%
Utilizo redes sociales para intimidar	3.6%
Pienso que el acoso es una broma	8.5%
Me relaciono con adultos de forma agresiva	15.3%
Me gusta que los demás hagan lo que quiero	58.8%
Se me dificulta cumplir con las reglas	45.2%
Me enoja rápido y soy compulsivo	61.7%
Tengo personalidad dominante	62.6%
Observo con interés peleas que ocurren en redes sociales	57%
Ha recibido mensajes de texto ofensivos	61.1%

En la Tabla 4 se pueden identificar los resultados obtenidos en torno al comportamiento de los estudiantes universitarios relacionado con el ciberacoso a través del teléfono celular reflejan actitudes y prácticas que pueden vincularse con una personalidad agresiva en entornos digitales. Destaca que un 62.6 % de los encuestados se identifica con una personalidad dominante, mientras que el 61.7 % reconoce en sí mismo rasgos como enojo fácil y comportamiento compulsivo, y el 58.8 % expresa que le agrada que los demás hagan lo que él o ella quiere. Estos patrones pueden estar relacionados con una tendencia al control o a ejercer poder sobre los otros en la interacción social, tanto virtual como presencial.

Asimismo, prácticas directamente asociadas con el ciberacoso, como ridiculizar a otros (11.6 %), molestar intencionalmente (12.5 %) o subir imágenes humillantes (10.1 %), evidencian que un porcentaje no menor del estudiantado participa en dinámicas digitales de hostigamiento. A esto se suma el hecho de que el 8.5 % considera el acoso como una broma, lo cual muestra una preocupante normalización del fenómeno.

Estas cifras respaldan lo señalado por Dobarro et al. (2018) y Khine et al. (2020), quienes advierten que el contexto universitario, lejos de estar exento de conductas violentas, puede representar un espacio propenso a la reproducción de comportamientos de ciberacoso, sobre

todo en un entorno de autonomía sin supervisión parental, presiones sociales y falta de regulación emocional. En esta línea, la Unesco (2019) advierte que la violencia digital en instituciones educativas vulnera el derecho del estudiantado a un entorno seguro, lo cual se vuelve especialmente preocupante si se considera que el 61.1 % de los encuestados reporta haber recibido mensajes ofensivos, señalando así no solo la presencia de agresores, sino también de víctimas dentro del mismo grupo universitario.

Estos hallazgos subrayan la urgencia de promover en la educación superior espacios de diálogo, contención y prevención que aborden el uso ético y responsable de las tecnologías, así como el desarrollo de habilidades socioemocionales para la convivencia digital.

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos reflejan una marcada contradicción entre la percepción crítica del ciberacoso por parte de los estudiantes universitarios y ciertos comportamientos que contribuyen a su reproducción. Esta incongruencia representa uno de los hallazgos más significativos del estudio, pues mientras la mayoría de los encuestados (69.8 %) reconoce que el ciberacoso daña a las personas y un 61.5 % lo considera una práctica negativa, un sector relevante del mismo grupo admite involucrarse en dinámicas de acoso digital o mantener actitudes compatibles con una personalidad agresiva en línea.

Este fenómeno sugiere que el reconocimiento racional de que el ciberacoso es perjudicial no se traduce necesariamente en una regulación efectiva del comportamiento, lo cual puede explicarse, en parte, por la normalización de ciertas formas de violencia digital, el anonimato que ofrecen las redes sociales y la falta de alfabetización emocional en contextos universitarios. Como advierte la Unesco (2019), la violencia digital se ha infiltrado en los espacios educativos bajo formas cada vez más sutiles, y es común que los jóvenes no siempre identifiquen sus acciones como dañinas, especialmente cuando son presentadas como bromas, retos virales o interacciones “sin consecuencias”.

Esta disonancia entre valores y acciones también ha sido documentada por Dobarro et al. (2018), quienes señalan que, incluso en estudiantes con una concepción ética clara del respeto, existen condiciones sociales y emocionales que los predisponen a adoptar posturas hostiles o dominantes en la red, particularmente cuando se perciben como parte de un grupo que valida tales conductas. El alto porcentaje de estudiantes que declara tener una personalidad dominante (62.6 %) o enojarse fácilmente (61.7 %) refuerza esta idea, revelando un perfil psicosocial que puede favorecer comportamientos impulsivos, reactivos o impositivos en los entornos digitales.

Asimismo, el interés observado en situaciones de conflicto virtual (57 %) y la recepción de mensajes ofensivos (61.1 %) evidencian una cultura digital donde el ciberacoso no solo se ejerce, sino que también se consume y se tolera como parte del paisaje comunicativo entre pares. Khine et al. (2020) advierten que la exposición constante a estas prácticas contribuye a su banalización, haciendo cada vez más difuso el límite entre interacción social y violencia simbólica.

En este sentido, es fundamental repensar el papel de las instituciones de educación superior no solo como entornos académicos, sino también como espacios de formación ética, emocional y digital. Aunque los estudiantes utilizan con frecuencia el teléfono celular con fines educativos (como muestran los datos sobre su uso en clase), la incorporación de esta herramienta en

el ámbito escolar no garantiza por sí sola un uso ético o responsable, especialmente si no va acompañada de procesos formativos que promuevan la empatía, la autorregulación emocional y el pensamiento crítico frente al contenido que se produce o circula.

Por tanto, resulta indispensable generar estrategias educativas que trasciendan lo instrumental y aborden de manera integral los desafíos que implica convivir en entornos digitales. Esto incluye el diseño de programas de prevención del ciberacoso, la formación docente en competencias socioemocionales y digitales, y la creación de espacios de diálogo donde los estudiantes puedan reflexionar colectivamente sobre sus prácticas en línea. Solo así será posible cerrar la brecha entre lo que los jóvenes piensan sobre el ciberacoso y lo que realmente hacen.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a los estudiantes de las universidades, cuya valiosa participación hizo posible la realización de este estudio. Su disposición, tiempo y compromiso fueron fundamentales para el desarrollo y la calidad de esta investigación. Reconocemos y valoramos profundamente el interés con el que respondieron a nuestra convocatoria y su colaboración honesta durante el proceso.

Agradecemos también a las instituciones educativas que facilitaron el acceso a sus estudiantes y brindaron su respaldo para llevar a cabo este trabajo. Su apertura y apoyo fueron clave para que esta iniciativa pudiera concretarse de manera ética y ordenada.

Este proyecto no habría sido posible sin el entusiasmo, la colaboración y la confianza de cada uno de ustedes. Gracias por contribuir al avance del conocimiento y por formar parte activa en la construcción de información relevante para nuestra comunidad académica y social.

REFERENCIAS

- Abu Bakar, H. S. (2015). The emergence themes of cyberbullying among adolescences. *International Journal of Adolescence and Youth*, 20(4), 393– 406. <https://doi.org/10.1080/02673843.2014.992027>
- Bates, A.W. (2015). *Teaching in a digital age*. Recuperado de: <https://opentextbc.ca/teaching-in-a-digital-age/>
- Bernardo, A. B., Tuero, E., Cervero, A., Dobarro, A. y Galve-González, C. (2020). Acoso y ciberacoso: Variables de influencia en el abandono universitario. *Comunicar*, 64, 63-72. <https://doi.org/10.3916/C64-2020-06>
- Caurcel Cara, M. J. y Crisol Moya, E. (2022). Ciberacoso en estudiantes universitarios antes y durante el confinamiento por la COVID-19. *Educación XX1*, 25(1), 67-91. <https://doi.org/10.5944/educXX1.30525>
- Corbell, J. (2007). Are you ready for mobile learning?. *EDUCAUSE Quarterly*, 30(2), 51-58.
- Dennehy, r., Meanney, S., Walsh, K.A., Sinnott, C., Cronin, M., & Arensman, E. (2020). young people's conceptualizations of the nature of cyberbullying: A systematic review and synthesis of qualitative research. *Aggression and Violent Behavior*, 51, 101379. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2020.101379>

- Dobarro, A., Tuero, E., Bernardo, A. B., Herrero F. J. y Álvarez-García, D. (2018). Un estudio innovador sobre acoso on-line en estudiantes universitarios. *Revista d'Innovació Docent Universitària*, 10, 131-142.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2003). *Metodología de la investigación (3a ed.)*. México: Editorial Mc Graw-Hill.
- Kaldman, C., Pérez, R., Rodríguez, C. y Valdez, E. (2022). Protocolo de actuación para analizar acciones preventivas en violencia de género en una universidad pública. *Revista de Psicología y Ciencias del Comportamiento de la Unidad Académica de Ciencias Jurídicas y Sociales*, 13(1), 61-75.
- Khine A.T., Saw y. M., Htut Z. y., Khaing C. T., Soe H. Z., Swe K. K., Thike, Th., Htet, H., Saw, T. N., Cho, S. M., Kariya, T., Yamamoto, E., & Hamajima, N. (2020). Assessing risk factors and impact of cyberbullying victimization among university students in Myanmar: A crosssectional study. *PLoS ONE*, 15(1), 1-16, 0227051. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227051>
- Martínez-Monteagudo, M. C., Delgado, B., García-Fernández, J. M., & Ruíz- Esteban, C. (2020). Cyberbullying in the university setting. relationship with emotional problems and adaptation to the university. *Frontiers in Psychology*, 10, 3074. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03074>
- Martínez-Ramón, J. P., Méndez, I., Ruiz-Esteban, C. y Cerezo, F. (2020). Validación y fiabilidad del Cuestionario sobre Acoso entre Estudiantes Universitarios (QAEU). *Revista Fuentes*, 22(1), 88-104. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2020.v22.i1.08>
- Méndez, I., Ruiz-Esteban, C., Martínez, J. P. y Cerezo, F. (2019). Ciberacoso según características sociodemográficas y académicas en estudiantes universitarios. *Revista Española de Pedagogía*, 77(273), 261- 276. <https://doi.org/10.22550/rEP77-2-2019-06>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2019). *Behind the numbers: Ending school violence and bullying*. France: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366483>
- Polo, M. I., Mendo, S. I., León, B. y Felipe, E. (2017). Abuso del móvil en estudiantes universitarios y perfiles de victimización y agresión. *Adicciones*, 29(4), 245-255. <https://doi.org/10.20882/adicciones.837>
- Rodríguez-Correa, M. y Rivadulla- López, J. C. (2018). Percepción y experiencias sobre el cyberbullying en estudiantes universitarios. *Revista d'Innovació Educativa*, 21,10-22. <https://doi.org/10.7203/attic.21.12926>
- Vázquez, V., Pagnone, M. y Solís, L. (2022). Tipología de violencia de género para el sistema universitario argentino. *Millcayac*, 16(4), 153-172.
- Wensley, K., & Campbell, M. A. (2012). Heterosexual and nonheterosexual young university students' involvement in traditional and cyber forms of bullying. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 15(12), 649-654. <https://doi.org/10.1089/cyber.2012.0132>

Capítulo 8. De la Calidad Asistencial y las Técnicas de Negociación a la inteligencia artificial generativa: una experiencia innovadora en la Universidad Miguel Hernández

Mercedes Guilabert
Irene Carrillo
María Asunción Vicente
César Fernández
Alicia Sánchez-García
María Antonia Parra

Departamento Psicología de la Salud. Universidad Miguel Hernández de Elche (Alicante)

Rosario Carmona

Departamento de Ciencia Jurídica. Universidad Miguel Hernández de Elche (Alicante)

Resumen: El presente capítulo describe una experiencia de innovación educativa desarrollada en la Universidad Miguel Hernández de Elche, en el marco del proyecto PIEU-B/2024/78. La iniciativa se implementó en las asignaturas de Calidad Asistencial del Grado en Terapia Ocupacional y Técnicas de Negociación del Grado de Relaciones Laborales y Recursos Humanos con el objetivo de integrar herramientas de inteligencia artificial generativa (IAG) en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El proyecto consistió en la creación colaborativa de un glosario multimedia de términos clave mediante el uso de diversas IAGs, lo cual permitió al estudiantado explorar críticamente la fiabilidad y la credibilidad de los contenidos generados. La metodología adoptó un enfoque de aprendizaje activo y participativo, fomentando el pensamiento crítico, la alfabetización digital y la evaluación por pares. Los resultados mostraron una elevada motivación del alumnado, así como una valoración positiva de las IAGs como herramientas complementarias al aprendizaje tradicional. Además, se evidenció la importancia de diferenciar entre credibilidad (confianza subjetiva) y fiabilidad (ajuste a la evidencia) al analizar la calidad de los contenidos generados por estas tecnologías. Esta experiencia se propone como modelo transferible a otros contextos educativos interesados en una integración crítica de la inteligencia artificial generativa.

Palabras clave: inteligencia artificial generativa, alfabetización digital, aprendizaje activo, educación en salud, pensamiento crítico

Abstract: This chapter describes an educational innovation experience developed at the Miguel Hernández University of Elche as part of the PIEU-B/2024/78 project. The initiative was implemented in the course “Healthcare Quality” of the Occupational Therapy Degree and Negotiation Techniques from the Degree in Labour Relations and Human Resources aiming to integrate generative artificial intelligence (GAI) tools into the teaching-learning process. The project involved the collaborative creation of a multimedia glossary of key terms using various GAI tools, allowing students to critically assess the reliability and credibility of the generated content. The methodology adopted an active and participatory learning approach, promoting critical thinking, digital literacy, and peer evaluation. The results revealed

high student motivation and a positive perception of GAI as a complement to traditional learning. Furthermore, the findings highlighted the importance of distinguishing between credibility (subjective trust) and reliability (scientific accuracy) when analyzing the quality of AI-generated content. This experience is proposed as a transferable model for other educational contexts interested in a critical integration of generative artificial intelligence.

Keywords: generative artificial intelligence, digital literacy, active learning, healthcare education, critical thinking

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta una experiencia educativa desarrollada en el ámbito de la educación superior, en la que estudiantes universitarios utilizaron herramientas de Inteligencia Artificial Generativa (IAG) para construir colaborativamente un glosario académico. El objetivo principal del estudio es analizar la percepción del estudiantado sobre la fiabilidad (entendida como el ajuste a la evidencia científica) y la credibilidad (confianza subjetiva) de los contenidos generados por estas tecnologías. Antes de describir la experiencia en detalle, se contextualizan los antecedentes, las oportunidades y los retos éticos asociados al uso de la IAG en entornos universitarios.

1.1. Antecedentes: oportunidades y beneficios de la IAG en el ámbito universitario

El auge de la Inteligencia Artificial (IA), y en particular de la IAG, está transformando todos los ámbitos del conocimiento, redefiniendo los paradigmas tradicionales de la educación (Flores-Vivar & García-Peñalvo, 2023). Esta transformación adquiere especial relevancia en el contexto universitario, donde se han abierto nuevas posibilidades para repensar los procesos de enseñanza-aprendizaje y evaluación en la era digital (Jardón Gallegos et al., 2024).

El debate sobre la incorporación de la IAG en las instituciones académicas trasciende el plano tecnológico, e interpela cuestiones fundamentales como la redefinición de roles docentes y estudiantiles, los criterios de evaluación, la producción de contenidos especializados y su impacto en la interacción humana, la colaboración y el desarrollo de competencias (Gallent-Torres et al., 2023; Santana Giler et al., 2025).

Diversas investigaciones han analizado cómo las tecnologías emergentes afectan a las prácticas pedagógicas, prestando atención tanto a las experiencias del profesorado como del estudiantado (Jardón Gallegos et al., 2024). En este contexto, las percepciones estudiantiles resultan clave para comprender el alcance, los beneficios y las limitaciones del uso de la IAG en la educación superior (Niño-Carrasco et al., 2025).

Desde la perspectiva del alumnado, estudios recientes destacan una valoración positiva hacia herramientas como ChatGPT, que se perciben como aliadas para enriquecer el aprendizaje, facilitando la elaboración de esquemas, borradores, manuscritos y la comprensión de textos académicos complejos (Niño-Carrasco et al., 2025). Sin embargo, también se advierten riesgos:

el uso frecuente de la IAG como buscador de información podría limitar el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior como el análisis crítico, la síntesis y la creatividad (Flores-Vivar & García-Peñalvo, 2023).

Estas tensiones evidencian la necesidad de incorporar metodologías didácticas adecuadas y de formar al profesorado en el uso pedagógico y reflexivo de estas herramientas. Es igualmente esencial fomentar el diálogo con el estudiantado para que puedan expresar inquietudes, expectativas e intereses (Gallent-Torres et al., 2023), especialmente en un momento en el que su interés por la IAG puede convertirse en un catalizador para rediseñar planes de estudio orientados al desarrollo del pensamiento crítico y las competencias digitales (Flores-Vivar & García-Peñalvo, 2023). No obstante, este proceso de innovación se ve condicionado por la persistencia de modelos de enseñanza tradicionales que aún predominan en muchas universidades (Levratto et al., 2022).

Desde la mirada docente, las IAG son valoradas como apoyo en la búsqueda, edición y creación de materiales adaptados a diversas necesidades y estilos de aprendizaje (González-Sanmamed et al., 2020; Jardón Gallegos et al., 2014). También se han identificado beneficios como la automatización de tareas repetitivas, la retroalimentación inmediata y el soporte en la evaluación del rendimiento académico (Vera, 2023).

Cabe destacar que la integración de herramientas de IAG en el aula se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular con el ODS 4 (educación de calidad), al facilitar la personalización del aprendizaje, el acceso equitativo a herramientas digitales y la formación en competencias clave para el siglo XXI (Flores-Vivar & García-Peñalvo, 2023; UNESCO, 2024).

1.2. Desafíos éticos y de integridad académica

La implementación de la IAG en la educación superior plantea importantes desafíos éticos, especialmente en lo relativo a la integridad académica. Es imprescindible considerar sus implicaciones desde una triple perspectiva: el estudiantado, el profesorado y las propias instituciones (Gallent-Torres et al., 2023).

Entre las principales preocupaciones se encuentran la fiabilidad de los contenidos generados, la opacidad sobre las fuentes utilizadas y el riesgo de desinformación derivado de resultados sesgados o manipulables (Huang et al., 2025; Islas et al., 2024). En este sentido, varios autores insisten en la necesidad de fortalecer la alfabetización crítica en IAG, promoviendo no solo competencias técnicas, sino también habilidades para discernir la calidad y veracidad de la información generada. Por ejemplo, en el trabajo de Murgatroyd (2023) se proponen modelos educativos que integren el desarrollo del pensamiento crítico con la verificación activa de contenidos.

1.3. La fiabilidad y credibilidad de la información generada por la IAG

Uno de los retos más relevantes es la calidad de la información generada por sistemas de IAG. A pesar de su sofisticación, estas herramientas pueden producir contenidos imprecisos, sesgados o erróneos, en función de los datos de entrenamiento o los algoritmos utilizados (Holmes et al., 2021; Huang et al., 2025). Esto representa un riesgo significativo para su aplicación educativa.

Aunque existen numerosos estudios centrados en el potencial y los beneficios del uso de estas tecnologías, son escasas las investigaciones que aborden de forma diferenciada la fiabilidad (ajuste a la evidencia científica) y la credibilidad (confianza subjetiva del usuario), siendo estas dimensiones fundamentales para evaluar su impacto formativo (Mitchell, 2019). Abordar estas cuestiones desde una perspectiva ética y técnica es clave para evitar que la IAG sustituya el juicio humano o debilite el desarrollo integral del estudiantado (Jardón Gallegos et al., 2024).

Por último, destacar la investigación empírica de Kasneci et al. (2023), donde se evaluó la percepción del estudiantado sobre el uso de ChatGPT en contextos universitarios, mostrando una alta valoración de su utilidad, aunque con dudas sobre la precisión y fiabilidad del contenido generado. Este tipo de resultados respaldan la necesidad de analizar las percepciones estudiantiles de forma diferenciada entre credibilidad y fiabilidad

1.4. Contexto del proyecto

La educación superior se encuentra en un momento de transformación impulsado por la rápida evolución de las tecnologías digitales, y particularmente, por la irrupción de la inteligencia artificial generativa (IAG). Estas herramientas de IAG ofrecen nuevas posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje, pero también plantean desafíos en términos de fiabilidad, credibilidad y uso ético de la información.

En este contexto, el proyecto de innovación educativa PIEU-B/2024/78 «Fiabilidad vs credibilidad de las Inteligencias Artificiales Generativas. Una visión crítica desde el punto de vista del estudiantado» surgió con la necesidad de explorar el potencial pedagógico de las IAGs en dos asignaturas del Departamento de Psicología de la Salud de la Universidad Miguel Hernández: Calidad Asistencial en el Grado en Terapia Ocupacional y Técnicas de Negociación en el Grado en Relaciones Laborales y Recursos Humanos. Ambas asignaturas comparten el desafío de presentar conceptos que, en ocasiones, son percibidos por el estudiantado como alejados de su práctica profesional. Además, se identificó una necesidad de fomentar el desarrollo de competencias digitales más allá del uso lúdico y social de la tecnología, así como de promover un análisis crítico de la información en un entorno digital saturado. Los resultados que se describen en este proyecto se centran en una de las asignaturas, Calidad Asistencial.

1.5. Justificación y objetivos del proyecto

La integración de IAGs en el ámbito educativo se justifica por su capacidad para generar contenidos diversos (textos, imágenes, vídeos, canciones), fomentar el aprendizaje activo y colaborativo, y desarrollar competencias digitales avanzadas. Sin embargo, es crucial abordar críticamente la fiabilidad y credibilidad de la información generada por estas herramientas.

El proyecto de innovación docente cuyos resultados se presentan a continuación se planteó con el objetivo de explorar el potencial pedagógico de las Inteligencias Artificiales Generativas (IAGs) en la educación universitaria desde una mirada crítica y centrada en el estudiantado, en concreto se valoraron la frecuencia de uso de las IAG utilizadas en ambas asignaturas para la tarea específica que se les había asignado, la frecuencia de uso con anterioridad de este tipo de herramientas, la definición cualitativa de elementos que a su juicio hacían creíble el contenido generado por las IAG frente a aquellos elementos que realmente a su juicio lo consideraban

fiable. Por último, la valoración de la experiencia por el alumnado de ambas asignaturas.

La experiencia que se describe en este capítulo de libro se centra en la implementación del proyecto en las asignaturas de Calidad Asistencial del Grado en Terapia Ocupacional y Técnicas de Negociación del Grado en Relaciones Laborales y Recursos Humanos, impartidas durante el primer cuatrimestre del curso académico 2024/25.

2. METODOLOGÍA

2.1. Diseño y participantes

El proyecto se implementó durante el curso académico 2024-2025 en las asignaturas de Calidad Asistencial, que se imparte en el tercer curso del Grado en Terapia Ocupacional con una participación total de 74 estudiantes y Técnicas de Negociación del Grado en Relaciones Laborales y Recursos Humanos, con una participación total de 33 estudiantes. La metodología se basó en un enfoque de aprendizaje activo y colaborativo, utilizando herramientas de IAG para la creación de un glosario multimedia de términos relevantes para la calidad asistencial y las técnicas de negociación aplicadas a sus respectivas titulaciones. La implementación del proyecto en ambas asignaturas se desarrolló a lo largo de diversas fases encadenadas. En primer lugar, se realizó la selección de conceptos clave: se identificaron términos fundamentales relacionados que tradicionalmente se trabajaban en ambas asignaturas pero que suelen resultar muy alejados para el estudiantado. Posteriormente, se presentó el proyecto al estudiantado, explicando sus objetivos y metodología, al tiempo que se ofreció una introducción básica a distintas herramientas de inteligencia artificial generativa, tanto para la generación textual como multimedia (imágenes, vídeos, canciones). Las herramientas mencionadas incluyeron ChatGPT, Gemini, Copilot, DALL·E, Canva, Sora y Suno entre otras. Aunque no se impartió una formación técnica exhaustiva, se proporcionaron orientaciones basadas en el conocimiento previo del equipo docente del proyecto. A continuación, el estudiantado se organizó en equipos para la creación colaborativa de un glosario multimedia. Cada equipo eligió uno o varios de los conceptos seleccionados y elaboró una definición ampliada mediante IAG, incorporando elementos visuales, sonoros o animados que facilitaran su comprensión en el contexto de la terapia ocupacional. Las creaciones se compartieron posteriormente en un mural digital interactivo, alojado en la plataforma Padlet. De acuerdo a los conceptos de cada una de las asignaturas, se llegaron a diseñar entre uno y tres padlets en relación a cada una de las unidades didácticas. Esta herramienta permitió integrar diversos formatos (texto, imagen, vídeo, enlaces, audio) en un único espacio colaborativo, habilitando también funciones de votación, comentarios e interacción entre equipos, lo que favoreció una coevaluación informal. En paralelo, se realizó una evaluación formal a través de una rúbrica estructurada, centrada en dos dimensiones clave: la fiabilidad del contenido (es decir, la alineación del contenido generado en cada concepto con el conocimiento científico) y su credibilidad (el grado de confianza que generaba en el estudiantado el contenido generado). Esta evaluación requirió comparar los resultados generados por las IAG con los materiales docentes proporcionados en clase. Finalmente, la experiencia culminó con una puesta en común y un debate colectivo, donde se analizaron las diferencias identificadas entre fiabilidad y credibilidad según el tipo de contenido y la IAG empleada, la valoración cuantitativa de

la experiencia y el conocimiento previo que se tenía con respecto al uso de las IAGs.

2.2. Herramientas utilizadas

Las principales herramientas de IAG utilizadas por el estudiantado fueron ChatGPT para la generación de contenido textual, Canva para la creación de presentaciones y elementos visuales, Sora para la generación de vídeos y Suno para la creación de canciones (Tabla 1). La plataforma Padlet se utilizó como el entorno virtual para la presentación, interacción y evaluación de los glosarios multimedia.

Tabla 1. Tabla de frecuencias de uso de las herramientas de IAG utilizadas por el estudiantado.

IAGs	Frecuencia de uso
ChatGPT	24
SUNO	9
Invideo AI	8
Canva	4
Synthesia	3
Animaker	2
Copilot	2
Animaker	2
Make Best Music	2
Clideo	2
Genially	2
Gemini	2
Runway AI	2
Sora	1
Nakaret	1
Pictory	1
Bing	1
AI Music Generate	1
Pix Verse	1
Lyric Studio	1
Ai Songs Music	1
Music Generator Zona	1
Krea	1
Vidnoz AI	1

3. RESULTADOS

En primer lugar, cabe destacar que esta experiencia de innovación docente tuvo una participación de un total de 29 proyectos de generación de vocabulario de la asignatura Calidad Asistencial mediante IAGs correspondientes a 29 equipos de trabajo y sus correspondientes proyectos, con la implicación de 75 estudiantes, en el caso de la asignatura Técnicas de Negociación, la participación fue de 23 estudiantes con el desarrollo de 12 proyectos colaborativos generativos. Asimismo un 54% del estudiantado que participó en la experiencia declaró conocer las IAGs pero no tenían muy claro como funcionaban.

3.1. Fiabilidad vs credibilidad de las IAGs

En la evaluación del contenido generado mediante IAG se preguntó al estudiantado a partir de un cuestionario estructurado con respuestas abiertas qué valor añadido aportaba la IAG frente a los conceptos que se habían trabajado en el aula. En este caso se estaban definiendo aquellos “elementos” que a juicio del estudiantado hacían “creíble” a las IAGs. Los elementos más creíbles a juicio del estudiantado fueron los siguientes: **Comprensión más clara y accesible:** a través de la IA tuvieron la oportunidad de acceder a explicaciones con un lenguaje mucho más sencillo que el del aula, pudieron acceder a muchos ejemplos variados y aplicados en el ámbito de la Terapia Ocupacional y de las Técnicas de Negociación, que facilitaron la comprensión de la información e incluso ayudaba a repasar y reforzar lo aprendido en clase “Me ha ayudado a entender de manera más fácil el concepto empleado”, “La IA me ha explicado los conceptos bien, ya que cuando no entendía algo le preguntaba de manera más específica.” **Aprendizaje más creativo y motivador:** la IAG les permitió tener un aprendizaje más activo, visual y musical (a través de vídeos, a través de canciones). De esta forma el aprendizaje era algo “divertido” “ameno” o “motivador”. La idea de poder personalizar los contenidos daba un plus a “Es una forma más creativa de aprender”, “Ha sido muy divertido y mucho más fácil de realizar.” **Flexibilidad y personalización:** una ventaja que les hacía confiar y apostar por estas herramientas era la disponibilidad, las IAGs están disponibles en cualquier momento y se adaptan muy bien a las necesidades del estudiantado. Además, se mencionó la permeabilidad que tienen estas herramientas pudiendo adaptar un mismo concepto a diferentes enfoques y disciplinas. Asimismo, la posibilidad de adaptarse a las necesidades del estudiantado, es decir, repetir, reformular las explicaciones de acuerdo con sus necesidades. “La IA se puede adaptar a las necesidades de cada persona y explicar los conceptos de manera que lo entiendas.” **Refuerzo y consolidación:** la IAG ha actuado como un sistema para poder interiorizar mejor los conocimientos adquiridos, por ejemplo, sirve como herramienta de contraste o como un complemento de los conceptos explicados en el aula. Facilita el recuerdo de lo aprendido, permite el aporte de recursos adicionales y de otras opiniones o puntos de vista. “Me ha servido como información adicional para entender mejor lo explicado en clase”, “Ayuda a entender y recordar mejor los conceptos.” **Rapidez y disponibilidad:** la IAG facilita respuestas inmediatas, con detalle y específicas a un contexto, hay inmediatez en la respuesta, no se depende de un horario de clase, de una tutoría o de la respuesta a un correo electrónico, además con innovación y originalidad si lo pedimos. “La facilidad para obtener respuestas detalladas.” “Es mucho más rápido, más original y creativo.” **Herramienta complementaria (no sustitutiva):** Se

reconoce el valor del equipo docente para aclarar dudas complejas o corregir errores de la IAG. La IAG es vista como un apoyo o complemento al aprendizaje tradicional, no como reemplazo. “Lo que se enseña en clase es más fiable y adecuado.” “La IA puede ayudarnos a darle el último toque que necesitamos para terminar de comprender un término.”

Con esta última categorización, se dio paso al concepto de “fiabilidad”, es decir aquellos elementos que hacen confirmar que la información generada por IAG es la correcta y por tanto válida y fiable. En este caso las alternativas para demostrar que la IAG es fiable fueron a juicio del estudiantado las siguientes: ***Contraste con el temario y apuntes de clase*** (la más mencionada): La mayoría afirmaba haber comparado la información generada por la IAG con el temario oficial de la asignatura, las presentaciones de clase, los apuntes tomados durante las sesiones, las explicaciones orales del equipo docente. “Me he basado en el temario de la asignatura y en la explicación oral de la profesora.” “La he ido comparando con el material y temario de clase.” ***Comparación entre diferentes IAGs***: entre el conjunto del estudiantado ha utilizado más de una IA (ChatGPT, Gemini, Copilot...) para verificar si la información era coincidente entre ellas. “Contrastamos la información que nos ha aportado el ChatGPT con la de Copilot.” “Hemos optado por mirar varias IA y al tener la información en común, hemos deducido que es la correcta.” ***Verificación con otras fuentes externas***: se utilizaron estrategias como buscar información en: Artículos científicos (PubMed), Páginas web educativas, Libros de texto o bibliografía contrastada. “Hemos buscado en PubMed y otras búsquedas para confirmar que la información era real.” “Revisé fuentes fiables en línea como artículos académicos para poder comparar. ***Uso de contenidos propios como entrada a la IAG***: en varios casos, subieron a la IA los apuntes o temario para que la generación de información partiera de contenido ya validado. “Le subíamos los contenidos de la asignatura para asegurarnos que utilizaba la información correcta.” “Le proporcionamos la información teórica que ya teníamos.” ***Juicio personal y conocimientos previos***: Dentro del estudiantado de la asignatura se utilizó su propio criterio y conocimientos previos para decidir si la información tenía sentido. “En mi caso, en lo que conocía del concepto y los apuntes de la asignatura.” “Al ser un término muy extendido y de fácil comprensión, no me ha sido difícil verificar la veracidad.”

3.2. Evaluación de la experiencia

Dentro de la evaluación menos estructurada de la experiencia se proporcionó la posibilidad de interactuar con los glosarios generados por los diferentes equipos, con comentarios, likes, haciendo los paneles más interactivos y dinámicos. Es posible consultar el glosario generado accediendo a los paneles desde la web del proyecto ubicada en Universidad Miguel Hernández (2025). Esta evaluación menos estructurada, más informal coincidió con la evaluación cuantitativa realizada con el cuestionario estructurado y que se respondía de forma individual siendo la propuesta ganadora en el caso de la asignatura de Calidad Asistencial (únicamente esta evaluación se realizó en esta asignatura): «Módulo 3. Paciente activo-sumiso-pasivo», donde la IAGs utilizadas fueron SUNO y ChatGPT. Por último y para finalizar esta experiencia tuvo una valoración de 8,63 puntos en una escala de 0 a 10 puntos en cuánto a lo satisfecho que se sentía el estudiantado de Terapia Ocupacional conforme a la experiencia y en el caso de la asignatura de Técnicas de Negociación la valoración fue de 8,70 puntos.

4. DISCUSION

El presente estudio pone de manifiesto la relevancia de distinguir conceptualmente entre fiabilidad y credibilidad para comprender la integración de la IAG en la educación superior. Las discrepancias entre la precisión objetiva de las respuestas generadas y la percepción de confianza que suscitan se alinean con estudios previos sobre la variabilidad en la fiabilidad de estas herramientas.

La experiencia de elaboración colaborativa de un glosario multimedia sugiere que una actividad pedagógica bien diseñada que integre IAG puede fomentar niveles elevados de motivación, aprendizaje significativo y desarrollo del pensamiento crítico en el estudiantado. Estos hallazgos respaldan la idea de que, con una metodología adecuada (Holmes et al., 2021), es posible promover habilidades cognitivas superiores y superar un uso superficial de estas herramientas como simples recursos de consulta.

Este estudio también refuerza evidencias previas que destacan el papel central del docente como guía y referente de conocimiento (Niño-Carrasco et al., 2025; Zawacki-Richter et al., 2019), y la importancia de que las instituciones impulsen la alfabetización en IA entre docentes y estudiantes (Baldrich et al., 2024; Islas et al., 2024; Levratto et al., 2022; UNESCO, 2024), diseñen actividades formativas que integren las IAG de forma consciente y reflexiva (Perezchica-Vega et al., 2024), haciendo énfasis en la formación en habilidades para el análisis crítico e interpretación de los resultados generados en función de su validez (Flores-Vivar & García-Peñalvo, 2023; Manassero-Mas & Vázquez-Alonso, 2019; Pauca Gonzales et al., 2025; Wach et al., 2023).

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas de cara a futuros estudios. Al tratarse de una experiencia de innovación educativa implementada en un contexto específico (dos asignaturas de grados concretos en una universidad pública, durante un cuatrimestre y los resultados obtenidos en una de ellas), podría comprometer la generalización de los resultados a otros niveles educativos, titulaciones, instituciones o contextos culturales. La metodología se centró en la elaboración colaborativa de un glosario multimedia, lo que acota el alcance de la integración de la IAG. Aunque estas herramientas han mostrado utilidad en diversas tareas académicas, los resultados podrían diferir en función del tipo de tarea y del grado de mediación pedagógica. La evaluación de esta experiencia se basó principalmente en la percepción del estudiantado a través de evaluaciones mixtas: informales y formales. Si bien estas valoraciones aportan una perspectiva valiosa, capturar completamente el impacto real en el desarrollo de competencias a largo plazo resulta más complejo. Además, la validación rigurosa del ajuste de las entradas del glosario a la evidencia científica requería de una validación experta rigurosa.

Por otra parte, el estudio se llevó a cabo durante un cuatrimestre, lo que restringe la observación del impacto sostenido de la IAG en el desarrollo del pensamiento crítico (Pauca Gonzales et al., 2025). A esto se suma la rápida evolución de estas herramientas, lo que implica que las capacidades y limitaciones observadas pueden variar significativamente en poco tiempo.

A partir de estos hallazgos y limitaciones, se proponen diversas líneas futuras de investigación para profundizar en el impacto de las IAG en la educación superior. En primer lugar, ampliar el alcance y contexto del estudio, replicando experiencias de integración de IAG en

diferentes disciplinas, universidades y contextos geográficos para evaluar la generalización de los resultados sobre fiabilidad, credibilidad y percepciones del estudiantado. En segundo lugar, desarrollar metodologías más robustas para evaluar objetivamente la fiabilidad y precisión real de las IAG, incluyendo el análisis de sesgos y errores en distintas áreas del conocimiento, más allá de la percepción estudiantil. Esto podría incluir la validación por pares expertos o la comparación sistemática con bases de datos fiables (Wach et al., 2023).

En tercer lugar, examinar el impacto en el desarrollo de competencias críticas mediante estudios longitudinales sobre cómo el uso continuado de la IAG, bajo guía docente, influye en el desarrollo de competencias como el pensamiento crítico, la capacidad de análisis y síntesis, la resolución de problemas, la creatividad y la alfabetización digital en IA (Islas et al., 2024; Paucaca Gonzales et al., 2025; Manassero-Mas & Vázquez Alonso, 2019). Seguidamente, el diseño, implementación y evaluación de programas de alfabetización en IA específicos para estudiantado y, centrados en el uso ético, la comprensión de sus limitaciones (incluida la fiabilidad y los sesgos), la evaluación crítica de la información generada y el desarrollo de prompts eficaces (Baldrich et al., 2024; UNESCO, 2024). Además de analizar comparativamente la fiabilidad, credibilidad y el impacto educativo de diferentes herramientas de IAG y las metodologías pedagógicas empleadas para integrarlas en el aula en combinación con diversos enfoques didácticos (De Vicente-Yagüe-Jara et al., 2023). Finalmente, investigar el papel de las instituciones educativas en el diseño de políticas y marcos regulatorios que guíen el uso responsable de la IAG, protegiendo la integridad académica y fomentando un equilibrio entre la innovación tecnológica y los valores educativos fundamentales (Gallent-Torres et al., 2024).

5. CONCLUSIONES

La experiencia de integrar IAGs en las asignaturas de Calidad Asistencial del Grado en Terapia Ocupacional y Técnicas de Negociación del Grado de Relaciones Laborales y Recursos Humanos demostraron ser estrategias pedagógicas innovadoras y efectivas. El proyecto logró mejorar la motivación y el compromiso del estudiantado, facilitando un aprendizaje más significativo de conceptos que tradicionalmente pueden resultar abstractos. La creación de un glosario multimedia colaborativo utilizando herramientas de IAG no solo desarrolló competencias digitales en el alumnado, sino que también fomentó el pensamiento crítico al analizar la fiabilidad y credibilidad de la información generada por estas tecnologías. La plataforma Padlet se consolidó como una herramienta valiosa para el aprendizaje colaborativo y la coevaluación.

Esta experiencia pone de manifiesto el potencial de las IAGs como herramientas complementarias en la educación superior, capaces de enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje y de preparar al estudiantado para un futuro profesional cada vez más digitalizado. Sin embargo, también subraya la importancia de fomentar una actitud crítica y reflexiva hacia el uso de estas tecnologías, promoviendo la evaluación de la información y la verificación de su fiabilidad. Poder establecer elementos que hacen creíbles a las IAs frente a aquellas recomendaciones que valoran la fiabilidad de las mismas, exige una utilización que va más allá de ser usuario/a de una IAG.

Se prevé continuar y adaptar esta experiencia en futuros cursos, incorporando nuevas funcionalidades y explorando otras aplicaciones de las IAGs en la asignatura. La metodología

implementada se considera transferible y adaptable a otras asignaturas y áreas de conocimiento, donde la creación colaborativa de glosarios multimedia y el análisis crítico de la información puedan enriquecer el aprendizaje del estudiantado.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca en el proyecto «Fiabilidad vs credibilidad de las Inteligencias Artificiales Generativas. Una visión crítica desde el punto de vista del estudiantado», financiado por el Vicerrectorado de Estudios de la Universidad Miguel Hernández dentro del Programa de Innovación Educativa Universitaria PIEU-B/2024/7.

REFERENCIAS

- Baldrich, K., Domínguez-Oller, J. C. y García-Roca, A. (2024). La Inteligencia Artificial y su impacto en la alfabetización académica: una revisión sistemática. *Educatio Siglo XXI*, 42(3), 53-74. <https://doi.org/10.6018/educatio.609591>
- De la Fuente, D. y Armayones, M. (2025). La IA en la práctica psicológica: ¿qué existe y cómo puede ayudar en psicología asistencial? *Papeles del Psicólogo*, 46(1), 18-24. <https://doi.org/10.70478/pap.psicol.2025.46.03>
- Flores-Vivar, J. y García-Peñalvo, F. (2023). Reflections on the ethics, potential, and challenges of artificial intelligence in the framework of quality education (SDG4). [Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la Inteligencia Artificial en el marco de la Educación de Calidad (ODS4)]. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 74, 37-47. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- Islas, O., Cortés, F. G. y Urrutia, A. A. (2024). Una mirada a los riesgos y amenazas de la inteligencia artificial, desde la Ecología de los Medios. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, (79), 1-9. <https://doi.org/10.58262/V33279.1>
- Gallent Torres, C., Zapata González, A. y Ortego Hernando, J. L. (2023). El impacto de la inteligencia artificial generativa en educación superior: una mirada desde la ética y la integridad académica. *RELIEVE - Revista Electrónica De Investigación Y Evaluación Educativa*, 29(2). <https://doi.org/10.30827/relieve.v29i2.29134>
- García-Peñalvo, F. J. (2023). La percepción de la Inteligencia Artificial en contextos educativos tras el lanzamiento de ChatGPT: disrupción o pánico. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 24, e31279. <https://doi.org/10.14201/eks.31279>
- González-Sanmamed, M., Estévez, I., Souto-Seijo, A. y Muñoz-Carril, P. C. (2020). Ecologías digitales de aprendizaje y desarrollo profesional del docente universitario. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 28(62), 9-12. <https://doi.org/10.3916/C62-2020-01>
- Holmes W. Hui Z., Miao F. y Ronghuai H. (2021). *Inteligencia artificial y educación: Guía para las personas a cargo de formular políticas*. UNESCO Publishing.
- Huang, Q., Lv, C., Lu, L. y Tu, S. (2025). Evaluating the Quality of AI-Generated Digital Educational Resources for University Teaching and Learning. *Systems*, 13(3), 174. <https://doi.org/10.3390/systems13030174>

- Jardón Gallegos, M. del C., Allas Chisag, W. D., Zamora Valencia, D. A. y Cedeño Saltos, N. E. (2024). Impacto de la inteligencia artificial en la educación superior: percepciones de alumnos y profesores sobre el uso de IA en el aprendizaje y la evaluación. *Reincisol*, 3(6), 7008–7033. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)7008-7033](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)7008-7033)
- Kasneci, E., Sessler, K., Kühn, S., Schölkopf, B. y Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Levratto, V., Fernández, V., y Puebla Martínez, B. (2022). *El fomento de la innovación docente como estímulo transformador del ámbito educativo en el siglo XXI*. Dykinson S.L.
- Manassero-Mas, M. A., y Vázquez-Alonso, A. (2019). Desarrollo del pensamiento crítico en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1–15. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i1.03<http://reuredc.uca.es>
- Mitchell, M. (2019). *Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans*. New York, Farrar, Straus and Giroux.
- Murgatroyd, S. (2023). Rethinking teaching in the age of Artificial Intelligence. *Revista Paraguaya de Educación a Distancia (REPED)*, 4(2), 4-10. <https://doi.org/10.56152/reped2023-vol4num2-art1>
- Niño-Carrasco, S. A., Castellanos-Ramírez, J. C., Vega, J. E. P., & Rodríguez, J. A. S. (2025). Percepciones de estudiantes universitarios sobre los usos de inteligencia artificial en educación. *Revista Fuentes*, 27(1), 94-106. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2025.26356ç>
- Paucca Gonzales, N., Inti Oropeza, R. A., Zecenarro Vilca, J., Paredes Quinteros, D. A., & Zamudio Ramirez, J. E.. (2025). Inteligencia artificial y el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes universitarios de educación. *Revista Tribunal*, 5(11), 211-225. <https://doi.org/10.59659/revistatribunal.v5i11.152>
- Perezchica-Vega, J. E., Sepúlveda-Rodríguez, J. A., & Román-Méndez, A. D. (2024). Inteligencia artificial generativa en la educación superior: usos y opiniones de los profesores. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-20. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-593>
- Santana Giler, M. K., Meza Moreno, M. N., Elizondo Saltos, A. H., & Chang Rizo, F. S. (2025). La implementación de la Inteligencia Artificial en educación superior: beneficios y limitaciones. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 5 (6), 3391 – 3405. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3249>
- Saritepeci, M., & Yildiz Durak, H. (2024). Effectiveness of artificial intelligence integration in design-based learning on design thinking mindset, creative and reflective thinking skills: An experimental study. *Education and Information Technologies*, 1-35. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12829-2>
- UNESCO. (2024). *User empowerment through media and information literacy responses to the evolution of generative artificial intelligence*. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org>
- Universidad Miguel Hernández. (2025). *Fiabilidad vs credibilidad de las inteligencias artificiales generativas. Una visión crítica desde el punto de vista del estudiantado (PIEUB/2024/78)*. <https://iagenerativa.umh.es/pieub202478/>
- Vera, F. (2023). Integración de la Inteligencia Artificial en la Educación superior: Desafíos y oportunidades. *Transformar*, 4(1), 17-34. <https://orcid.org/0000-0002-4326-1660>

- Wach, K., Duong, C. D., Ejdys, J., Kazlauskaitė, R., Korzynski, P., Mazurek, G., Paliszkiewicz, J., & Ziemba, E. (2023). The dark side of generative artificial intelligence: A critical analysis of controversies and risks of ChatGPT. *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 11(2), 7-30. <https://doi.org/10.15678/EBER.2023.110201>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators?. *International journal of educational technology in higher education*, 16(1), 1-27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Capítulo 9. Realidad virtual inmersiva para la formación en seguridad eléctrica: diseño, simulación y validación educativa, hacia la industria 5.0

César Augusto Gutiérrez-Rodríguez

Corporación Universitaria Minuto de Dios (Colombia)

Resumen: La capacitación en seguridad eléctrica presenta desafíos importantes en entornos industriales de alto riesgo, especialmente cuando se utilizan métodos tradicionales. Este estudio presenta el diseño, implementación y validación de un entorno inmersivo de realidad virtual, desarrollado en Unity 3D, orientado a fortalecer las competencias en seguridad eléctrica de trabajadores del sector electromecánico. La metodología fue de tipo aplicada, con enfoque mixto. Participaron 10 expertos para validar técnicamente el entorno mediante el método AHP, y posteriormente para una fase piloto que incluyó pruebas de conocimiento antes y después del uso del entorno. Los resultados evidenciaron un incremento significativo en el rendimiento técnico de los trabajadores, acompañado de una alta valoración sobre usabilidad, utilidad formativa y aplicabilidad. El entorno permitió simular de forma segura cinco escenarios críticos basados en las reglas de oro para el trabajo con corriente alterna. La validación experta confirmó su pertinencia pedagógica y técnica. Se concluye que la realidad virtual inmersiva puede convertirse en una herramienta efectiva para mejorar la formación en seguridad eléctrica, con potencial de aplicación en otros sectores industriales y en programas de capacitación técnica alineados con los principios de sostenibilidad, inclusión y bienestar laboral de la Industria 5.0.

Palabras clave: realidad virtual, seguridad eléctrica, formación técnica, tecnologías inmersivas, industria 5.0, simulación educativa

Abstract: Training in electrical safety presents significant challenges in high-risk industrial environments, particularly when relying on traditional instructional methods. This study presents the design, implementation, and validation of an immersive virtual reality environment developed in Unity 3D, aimed at strengthening safety competencies among electromechanical sector workers. The research followed an applied methodology with a mixed-methods approach. Twelve experts participated in a technical validation process using the AHP method, while ten workers took part in a pilot phase involving pre- and post-intervention knowledge assessments. Results showed a significant improvement in technical performance and high ratings for usability, educational value, and applicability. The environment enabled safe simulation of five critical scenarios based on the “golden rules” for working with alternating current systems. Expert validation confirmed the pedagogical and technical relevance of the proposal. It is concluded that immersive virtual reality can serve as an effective tool to enhance electrical safety training, with strong potential for adaptation across other industrial sectors and technical training programs aligned with the principles of sustainability, inclusion, and workplace well-being promoted by Industry 5.0.

Keywords: virtual reality, electrical safety, technical training, immersive technologies, industry 5.0, educational simulation

1. INTRODUCCIÓN

La Industria 5.0 se caracteriza por la integración de tecnologías avanzadas con un enfoque centrado en el ser humano, promoviendo la colaboración entre trabajadores y sistemas inteligentes para mejorar la eficiencia y seguridad en el entorno industrial. En este contexto, la realidad virtual (RV) emerge como una herramienta educativa transformadora, proporcionando experiencias de aprendizaje inmersivas e interactivas que han demostrado ser efectivas en sectores como la medicina, la construcción y la industria química (Zechner et al, 2023). Su capacidad para simular entornos industriales complejos permite a los profesionales interactuar con escenarios realistas sin exponerse a riesgos físicos, ni incurrir en altos costos operativos (Numfu, Riel y Noël, 2020).

En el ámbito de la seguridad industrial, la formación en riesgos eléctricos es un desafío clave, dado que los errores pueden tener consecuencias críticas. Sin embargo, Los métodos tradicionales de capacitación, como la formación presencial y el aprendizaje en el puesto de trabajo, presentan limitaciones en la práctica efectiva de procedimientos de seguridad. De acuerdo con estudios recientes, la falta de simulaciones realistas y la ausencia de retroalimentación inmediata han contribuido a una alta tasa de incidentes eléctricos en entornos industriales. Teixeira et al. (2023) mencionan que la RV facilita el aprendizaje experiencial al recrear situaciones de alto riesgo en un entorno seguro, permitiendo la simulación de fallos eléctricos y respuestas de emergencia. Además, su capacidad de adaptación permite la personalización de los contenidos, ajustando el nivel de dificultad según la experiencia y habilidades del usuario, lo que optimiza la curva de aprendizaje, reduciendo la brecha de habilidades en sectores dinámicos como el electromecánico. Por lo tanto, la integración de RV en la capacitación en seguridad eléctrica representa una estrategia innovadora que puede optimizar la preparación de los trabajadores para los desafíos de la Industria 5.0 (Kuna et al, 2023).

Estudios como el de Pirker et al. (2022), han demostrado que la RV mejora significativamente la comprensión, la retención de conocimientos y el rendimiento en tareas técnicas complejas, permitiendo a los trabajadores desarrollar habilidades técnicas con mayor precisión y menor riesgo de error, destacando que su efectividad depende en gran medida del diseño del software y la interacción del usuario. En el ámbito de la seguridad eléctrica, estos hallazgos sugieren que la RV podría ser una alternativa efectiva a los métodos de formación tradicionales, al permitir la práctica segura de procedimientos críticos y mejorar la retención del conocimiento en entornos de alto riesgo. Estudios como los realizados por Morosi y Caruso (2022) y de Oliveira et al. (2020) han demostrado la eficacia de la RV para mejorar significativamente la comprensión de conceptos complejos, la retención de conocimientos a largo plazo y el rendimiento en tareas que requieren habilidades prácticas. Estos estudios han explorado el uso de la RV en la capacitación de operadores de maquinaria pesada, mantenimiento de equipos industriales y procesos de fabricación, evidenciando su capacidad para crear entornos de aprendizaje inmersivos y seguros que permiten a los trabajadores practicar y perfeccionar sus habilidades sin los riesgos asociados a la capacitación en el mundo real.

La adaptabilidad de la RV se evidencia aún más cuando se integra con tecnologías avanzadas. Mantelli et al. (2023) ilustran esto a través del proyecto PITSTOP, que emplea RV y modelado dinámico para simular procesos industriales, aumentando así la comprensión y la toma

de decisiones en dichos entornos. En la esfera de la ingeniería y el diseño, Michels y Häfner (2022) exploran la conjunción de la RV con la inteligencia artificial para simular y verificar diversos elementos de diseño, fomentando una mejor toma de decisiones en equipo. Mientras tanto, Kanchana y Sindhya (2021) han desarrollado una aplicación de RV para el proceso de mecanizado del impulsor, proporcionando una alternativa atractiva a los métodos de capacitación convencionales.

En el sector electromecánico se pueden considerar riesgos específicos asociados con los motores eléctricos de CA en entornos industriales, como choques eléctricos, arcos eléctricos, riesgos de incendios, problemas de puesta a tierra y los peligros de campos eléctricos. Estos riesgos se correlacionan con la clasificación de peligros eléctricos desarrollada en el estudio de Paker y Ekmekci (2022), donde se identifican las brechas existentes en la gestión de peligros eléctricos en equipos especializados de alto voltaje y alta potencia, como los utilizados en entornos industriales. Estos entornos requieren consideraciones adicionales que van más allá de las normativas estándar de seguridad eléctrica, incluyendo el análisis de arcos eléctricos y choques, que son críticos en la operación segura de motores eléctricos de CA.

La operación y el mantenimiento de motores de corriente alterna en entornos industriales presentan riesgos significativos de descarga eléctrica, especialmente durante intervenciones que implican la remoción de protecciones físicas o cuando existen deficiencias en el aislamiento, el uso de herramientas inapropiadas o la ausencia de equipos de protección personal. Estos riesgos se ven agravados por factores humanos y ambientales. Gordon et al. (2018) señalan que los estándares vigentes no abordan de forma integral los peligros asociados a sistemas de alto voltaje, lo que incrementa la vulnerabilidad frente a arcos eléctricos y explosiones. Dichos eventos, comúnmente originados por trayectorias no deseadas de corriente, pueden generar quemaduras severas, ondas de presión destructivas y daños estructurales.

Paralelamente, estudios recientes como el de Panethiere (2022) advierten sobre los riesgos derivados de prácticas deficientes de puesta a tierra y enlace en sistemas eléctricos de edificaciones industriales y comerciales. Las inconsistencias entre normativas históricas, estándares actuales y la implementación en campo pueden comprometer la seguridad y continuidad del servicio, especialmente ante la integración de energías renovables. En este contexto, la correcta adaptación de sistemas de puesta a tierra es fundamental para la operación segura de instalaciones modernas.

Adicionalmente, los incendios eléctricos representan otra amenaza crítica, atribuida a sobrecargas, fallas de instalación, mantenimiento deficiente y componentes no conformes. Lawler (1941) ya advertía que, aunque la electricidad es controlable, fallos puntuales pueden generar focos de sobrecalentamiento capaces de iniciar incendios en materiales combustibles adyacentes. Esto refuerza la importancia de cumplir rigurosamente con los protocolos de seguridad eléctrica.

La exposición a campos electromagnéticos de baja frecuencia, generados por grandes motores y equipos industriales, ha sido objeto de análisis epidemiológicos debido a su posible relación con afecciones crónicas, incluyendo ciertos tipos de cáncer (Ahlbom et al., 2021). Aunque su presencia es constante y generalmente imperceptible, se recomienda limitar la exposición prolongada, utilizar herramientas aisladas y promover la concienciación del personal sobre sus efectos potenciales.

Los métodos tradicionales de capacitación en seguridad eléctrica presentan deficiencias significativas en la preparación de los trabajadores para identificar y mitigar los riesgos de descarga eléctrica. Estas fallas pueden derivar en accidentes con consecuencias graves para la seguridad personal, la operatividad de los sistemas y los costos empresariales. Profesionales del sector eléctrico que desempeñan labores de instalación, reparación y mantenimiento están expuestos a múltiples peligros, desde el contacto con partes energizadas hasta la manipulación de carcasas de equipos que pueden volverse conductoras bajo condiciones de falla.

En este contexto, se hace necesario adoptar nuevas estrategias de formación que permitan a los trabajadores practicar procedimientos de seguridad sin exponerse a riesgos reales. La realidad virtual surge como una solución innovadora que posibilita la simulación de escenarios de riesgo eléctrico de manera controlada, facilitando un aprendizaje inmersivo y seguro. Este artículo presenta el desarrollo de un entorno inmersivo basado en RV diseñado para fortalecer las competencias en riesgos eléctricos de los trabajadores en procesos electromecánicos.

Según Mitolo y Montazemi (2014), las medidas protectoras se implementan para reducir el riesgo de descarga eléctrica deben ser compatibles con el entorno laboral y con las habilidades y conocimientos de los trabajadores. Su estudio subraya la importancia de mejorar las metodologías de capacitación para equipar adecuadamente a los trabajadores con el conocimiento y las habilidades necesarias para operar de manera segura en entornos industriales donde los riesgos eléctricos son una preocupación constante.

El rápido avance tecnológico en la industria exige métodos de capacitación que puedan adaptarse y evolucionar a la par de las innovaciones. Los métodos tradicionales, que generalmente incluyen entrenamiento del personal, inspecciones regulares y señales de advertencia, ya no son suficientes para proporcionar un entorno seguro para la experimentación y aprendizaje en la gestión de riesgos, especialmente en motores eléctricos de corriente alterna. Además, estos métodos tradicionales no logran preparar adecuadamente a los empleados para los desafíos emergentes de la Industria 5.0, donde la gestión de la seguridad se vuelve una prioridad para garantizar procesos de fabricación centrados en el ser humano en un entorno seguro de interacción humano-máquina. Según Bourou et al. (2023), la utilización de VR se destaca no solo como medio de entrenamiento humano, sino también como parte de la metodología para generar conjuntos de datos sintéticos para el entrenamiento de modelos de inteligencia artificial (IA).

Estos peligros subrayan la necesidad crítica de modernizar las estrategias de capacitación para abarcar una comprensión integral de los riesgos, promoviendo una cultura de seguridad y adaptabilidad (Li et al, 2021). Por lo tanto, el problema de investigación de este proyecto busca determinar cómo un entorno de capacitación virtual centrado específicamente en los motores eléctricos de CA, puede ofrecer una solución integral para cerrar las brechas en la capacitación, mitigar los riesgos asociados y alinear las competencias de los trabajadores con las exigencias de seguridad y eficiencia de la Industria 5.0.

De acuerdo a la problemática planteada, la pregunta de investigación que orientó el proyecto fue: ¿Cómo mejorar la capacitación en riesgos eléctricos para trabajadores en procesos electromecánicos, reduciendo los accidentes laborales y mejorando la retención del conocimiento?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Desarrollar un ambiente inmersivo con realidad virtual para fortalecer las competencias en riesgos eléctricos de los trabajadores en procesos electromecánicos.

2.2. Objetivos específicos

Caracterizar los riesgos eléctricos críticos en los procesos electromecánicos para incorporarlos en el entorno virtual.

Diseñar actividades didácticas e interactivas que permitan a los usuarios identificar los riesgos eléctricos en procesos electromecánicos en diferentes escenarios virtuales.

Construir una interfaz multimedia que permita ambientar los escenarios virtuales en riesgos eléctricos

Validar las simulaciones de los riesgos eléctricos en los procesos electromecánicos, específicamente en máquinas eléctricas AC

3. METODO

Este estudio se enmarca en una investigación aplicada, con enfoque mixto, orientada al diseño, implementación y validación de un entorno inmersivo de realidad virtual para la formación en seguridad eléctrica. El objetivo fue desarrollar una solución tecnológica pedagógicamente fundamentada, y evaluar su impacto mediante evidencia empírica y validación experta.

Como muestra, participaron un grupo de 10 expertos seleccionados mediante muestreo intencional, incluyendo ingenieros electricistas, tecnólogos en seguridad industrial e instructores con más de 8 años de experiencia. Su participación fue clave en la identificación de riesgos prioritarios, la validación funcional del entorno y la aplicación del método AHP (Analytic Hierarchy Process) para ponderar criterios técnicos y pedagógicos. Además, se les aplicó una prueba de conocimientos antes (pretest) y después (postest) del uso del entorno virtual, con el fin de medir el impacto del mismo en la adquisición de competencias específicas relacionadas con las cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica.

El procedimiento se desarrolló en cuatro fases: (1) análisis de riesgos y requisitos formativos, (2) desarrollo del entorno inmersivo en Unity 3D, (3) validación experta mediante AHP, y (4) prueba piloto con trabajadores. Durante la experiencia inmersiva, los participantes interactuaron con cinco escenarios progresivos simulados que exigían aplicar criterios de seguridad, con retroalimentación inmediata y posibilidad de repetir tareas tras cometer errores críticos.

Las herramientas utilizadas incluyeron: cuestionarios estructurados (validados mediante juicio de expertos), rúbricas de evaluación, escalas tipo Likert para la percepción de los trabajadores y software especializado como Unity 3D para el diseño del entorno, y Excel/AHP-OS para el análisis multicriterio. El análisis cuantitativo se realizó en SPSS 26, utilizando estadística descriptiva y prueba t para muestras relacionadas. Los datos cualitativos se categorizaron y analizaron mediante codificación inductiva.

Esta estructura metodológica permite replicar el estudio en otros sectores industriales con características similares, manteniendo los criterios de evaluación y validación aplicados.

3.1. Declaración de ética

El presente estudio involucró la participación de personas adultas en actividades de validación técnica y prueba piloto del entorno desarrollado. Todos los participantes fueron informados previamente sobre los objetivos, procedimientos y uso de los datos recolectados, y otorgaron su consentimiento informado de manera voluntaria. El protocolo de investigación fue revisado y aprobado por un comité de ética institucional, conforme a las normas éticas vigentes para investigaciones con participación humana.

Se garantizó la confidencialidad y anonimato de los datos personales, en cumplimiento con las directrices internacionales de protección de datos (Reglamento General de Protección de Datos - RGPD). La información fue recopilada exclusivamente con fines académicos, almacenada en entornos digitales seguros y no se vinculó en ningún momento con la identidad de los participantes.

En cuanto al uso de tecnologías, se evaluaron posibles implicaciones éticas relacionadas con sesgos algorítmicos, accesibilidad y privacidad durante el diseño del entorno de realidad virtual. Se priorizó la neutralidad tecnológica, la inclusión de todos los usuarios independientemente de su nivel de experiencia, y se evitó la recopilación de datos biométricos o de localización.

Por tanto, se confirma que este estudio cumplió con los principios éticos fundamentales de respeto, privacidad, consentimiento y protección de la integridad de los participantes.

4. RESULTADOS

En la Fase 1, se llevó a cabo una caracterización de los riesgos eléctricos mediante un estudio exploratorio basado en encuestas estructuradas aplicadas a la muestra seleccionada.

La encuesta, compuesta por preguntas de opción múltiple y escalas de valoración tipo Likert, permitió identificar los incidentes eléctricos más frecuentes y sus causas subyacentes. Los resultados obtenidos proporcionaron información clave para la integración de escenarios representativos en el entorno de realidad virtual, asegurando la pertinencia y aplicabilidad de la simulación en la formación laboral.

Para garantizar la validez y confiabilidad del cuestionario, se diseñó una primera versión basada en revisión documental y entrevistas con expertos. El cuestionario fue sometido a una validación mediante el método Delphi con la participación de tres especialistas en seguridad eléctrica y formación industrial. Los expertos evaluaron la pertinencia, claridad y precisión de cada ítem, asegurando su alineación con los objetivos del estudio. Como resultado, se realizaron ajustes en la redacción de preguntas para optimizar su comprensión y relevancia.

Adicionalmente, se aplicó un análisis de consistencia interna empleando el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.88, lo que indica una alta fiabilidad del instrumento. Este proceso permitió ajustar las preguntas para asegurar que capturaran de manera precisa la información sobre frecuencia, severidad y dificultades en la capacitación en riesgos eléctricos.

Previo a su distribución a la muestra completa, el cuestionario fue sometido a un riguroso proceso de validación, empleando la técnica del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) en el marco de un grupo focal. Los expertos participantes en el grupo focal, a través de un formulario de Google, asignaron valores ponderados a la severidad, la probabilidad de ocurrencia y

la detectabilidad de cada riesgo identificado. Este proceso participativo permitió establecer un consenso sólido y fundamentado sobre la importancia relativa de los diversos riesgos identificados, asegurando de esta manera la relevancia, la validez y la precisión del cuestionario final.

Tabla 1. Categoría de participantes de la muestra.

Categoría	Porcentaje de participación
Instalaciones eléctricas	50%
Educación	20%
Sector comercial	20%
Mantenimiento industrial	10%

Fuente: elaboración propia a partir del análisis estadístico

Como se observa en la tabla 1, el predominio de expertos en instalaciones eléctricas sugiere que los hallazgos reflejan principalmente la percepción de este grupo sobre los riesgos eléctricos más frecuentes en su campo. Esta tendencia puede influir en la priorización de ciertos escenarios en la simulación de realidad virtual, lo que resalta la importancia de considerar perspectivas adicionales en futuras investigaciones.

La encuesta aplicada a los expertos reveló importantes deficiencias en la capacitación actual en riesgos eléctricos. Aunque algunos participantes reportaron haber recibido formación formal, un 40% indicó que esta se limitó a instrucción en el puesto de trabajo, y un 20% reconoció no haber tenido capacitación específica. Estas cifras reflejan una formación fragmentada y poco sistemática, particularmente en lo referente a prácticas seguras frente a partes energizadas.

En cuanto a la actualización y práctica, los datos muestran que la mayoría de los trabajadores no dispone de espacios adecuados para aplicar lo aprendido, y que las oportunidades de práctica suelen ser esporádicas o inexistentes. Esto, sumado al escaso acceso a equipos especializados y al temor por los accidentes, evidencia una brecha que puede ser atendida eficazmente mediante simulaciones inmersivas en RV.

Los hallazgos de la Fase 1 confirman que la capacitación actual en riesgos eléctricos presenta deficiencias significativas. Un 60% de los participantes indicó que su formación en seguridad eléctrica ha sido insuficiente, mientras que un 20% reportó no recibir actualizaciones regulares sobre normativas y procedimientos. Estos resultados coinciden con estudios previos, que han señalado que la falta de actualización en seguridad eléctrica es un factor determinante en la ocurrencia de accidentes laborales.

Estos resultados evidencian una brecha formativa que pone en riesgo la seguridad laboral en el sector electromecánico. En particular, la baja frecuencia de capacitación práctica y la limitada disponibilidad de simulaciones realistas refuerzan la necesidad de explorar metodologías innovadoras, como la realidad virtual, para mejorar la retención del conocimiento y la prevención de accidentes.

La variabilidad en el nivel de familiaridad con los riesgos eléctricos y la percepción de que la capacitación no siempre es relevante o suficiente subraya la importancia de desarrollar

programas de formación más efectivos y adaptados a las necesidades del sector, tal como se plantea en el objetivo del proyecto de «desarrollar un ambiente inmersivo con realidad virtual para fortalecer las competencias en riesgos eléctricos de los trabajadores en procesos electro-mecánicos». La identificación del contacto con partes energizadas como el riesgo más frecuente y las limitaciones encontradas en la formación práctica refuerzan la pertinencia de la realidad virtual como herramienta para simular entornos de trabajo complejos y peligrosos de manera segura, ofreciendo ventajas como mayor seguridad, accesibilidad y la posibilidad de practicar habilidades sin exponerse a peligros reales.

En la Fase 2, se diseñaron las actividades pedagógicas para integrar en los escenarios desarrollados, con el propósito de facilitar el aprendizaje y la aplicación de las cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica. Estas actividades se implementaron a través de simulaciones interactivas en cada uno de los cinco escenarios, donde el usuario debe seguir las reglas de oro paso a paso.

La estructura general de las actividades pedagógicas incluye 5 elementos: (1) Aprendizaje Práctico, los usuarios aprenden las cinco reglas de oro mediante la práctica en entornos simulados; (2) Pasos Secuenciales: Cada regla se divide en una serie de pasos o tareas más pequeñas para guiar al usuario a través del proceso; (3) Instrucciones y Guía: Inicialmente, se proporcionan instrucciones e indicaciones visuales/auditivas dentro de la simulación para orientar al usuario en cada paso; (4) Elementos de gamificación: Los participantes inician con 3 «vidas». Cada vez que el usuario «olvida» realizar algún paso de las cinco reglas de oro, simula alguna de las consecuencias que podrían ocurrir en la vida real, y pierde una vida y (5) Retroalimentación y Reinicio: Si el usuario realiza algún paso de manera incorrecta, pierde una vida, si pierde las 3 vidas, debe tomar de nuevo la lección y es llevado de nuevo al entorno inicial, donde se explica la importancia de las 5 reglas de oro y su proceso, permitiéndole realizar la actividad nuevamente.

En la Fase 3 del proyecto, se desarrolló el entorno inmersivo en Unity 3D y la programación en C#, para fortalecer las competencias en riesgos eléctricos, con un enfoque central en la implementación de las cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica. Para el modelado del entorno, se utilizaron assets comprados en Unity, incluyendo ‘Advanced Cable Creator’ para el entorno, ‘Factory Control Panels’ para la interacción del usuario, y ‘Electric Props Models’ para representar componentes específicos de la máquina de CA. Estos assets no fueron personalizados, sino que se emplearon para representar las cinco reglas de oro en diferentes escenarios.

El entorno inicial incluye los elementos de protección personal; el escenario 1 la desconexión de la fuente de alimentación y corte efectivo donde el usuario debe identificar la fuente de alimentación del motor y realizar el procedimiento de desconexión y corte efectivo. En el escenario 2 se realiza el bloqueo o condenación y señalización para evitar reconexiones, donde el usuario debe realizar el procedimiento de bloqueo y etiquetado para evitar la reconexión accidental del equipo, aquí se utilizaron elementos visuales y mensajes en la interfaz para guiar al usuario en el proceso. En el escenario 3 se verifica la ausencia de tensión, donde se proporcionó al usuario un instrumento de medición virtual para verificar la ausencia de tensión en el circuito y se programó la simulación para que la medición refleje el estado del circuito. El escenario 4 se lleva a tierra el circuito, donde el usuario debe protegerse contra posibles tensiones residuales o inducciones, aquí se simuló el proceso de conexión de un sistema de puesta a tierra a

los componentes del circuito, utilizando elementos interactivos y animaciones para mostrar el flujo de corriente a tierra; y el en escenario 5 de protección y señalización de la zona de trabajo, el usuario debe delimitar y señalizar la zona de trabajo para prevenir el acceso de personal no autorizado y garantizar la seguridad. Se incluyeron señales de advertencia y otros elementos de protección para que el usuario los identifique y utilice.

Para la fase final del proyecto, se diseñó un proceso de validación que evaluó la efectividad del software de realidad virtual desarrollado en la formación en riesgos eléctricos, específicamente en el aprendizaje de las cinco reglas de oro de manera segura.

La validación del software se llevó a cabo mediante la aplicación de un cuestionario pre y post intervención del entorno virtual a los participantes. Este enfoque permitió recopilar datos sobre la usabilidad del software, su efectividad para el aprendizaje de las reglas de oro, la experiencia general del usuario y otros aspectos relevantes.

Se diseñó un cuestionario de satisfacción estructurado en 5 secciones principales, (1) caracterización del participante; (2) usabilidad del Software donde se evalúa la facilidad de uso del entorno virtual, sobre la navegación, la intuitividad de los controles, la claridad de la interfaz de usuario y el tiempo de respuesta del software; (3) efectividad para el Aprendizaje que evalúa la comprensión de las cinco reglas de oro, la efectividad de las simulaciones interactivas, la utilidad del sistema de retroalimentación, la percepción general sobre la efectividad del software para la formación en riesgos eléctricos y la motivación para aprender más sobre seguridad eléctrica; (4) la experiencia general del usuario que evalúa la calidad gráfica y el sonido a una experiencia positiva, el nivel general de satisfacción con el software y la recomendación del software a otros usuarios; y (5) los comentarios adicionales que incluyen preguntas abiertas para recopilar comentarios cualitativos, sugerencias de mejora y otras observaciones de los participantes.

Tras realizar el proceso de validación, los resultados muestran una mejora significativa en los conocimientos adquiridos por los participantes. En el pretest, el promedio general de respuestas correctas fue de 58.7% (DE = 11.3), mientras que en el posttest este valor aumentó a 84.5% (DE = 8.9). La prueba t para muestras relacionadas evidenció una diferencia estadísticamente significativa ($t = 4.81$, $p < 0.001$), lo que permite afirmar que el entorno virtual tuvo un impacto positivo en el proceso de aprendizaje, como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados promedio sección 3 del test pre y post intervención del software desarrollado.

Medición	Promedio (%)	Desviación Estándar
Pretest	58.7	11.3
Posttest	84.5	8.9

Fuente: elaboración propia a partir del análisis estadístico

Asimismo, los resultados del cuestionario de satisfacción aplicado tras la experiencia inmersiva refuerzan la efectividad pedagógica y técnica del entorno virtual desarrollado. El 90 % de los participantes manifestó sentirse más preparado para enfrentar situaciones de riesgo

eléctrico, y el 100 % recomendaría incluir este tipo de simulaciones como parte del currículo de formación técnica. La valoración general del entorno, expresada en una escala Likert de 1 a 5, fue altamente positiva en todos los indicadores evaluados, como se evidencia en la tabla 3.

Tabla 3: Resultados promedio sección 2 y 4 post intervención del software desarrollado.

Dimensión evaluada	Ítem representativo	Promedio (M)	Desviación estándar (DE)
Usabilidad del software	Facilidad de navegación e interacción	4,7	0,5
Claridad de la interfaz	Comprensión de controles e instrucciones	4,8	0,4
Efectividad para el aprendizaje	Comprensión de las reglas de seguridad eléctrica	4,6	0,6
Retroalimentación del entorno	Utilidad de las correcciones automáticas durante errores	4,9	0,3
Motivación y compromiso	Deseo de aprender más sobre seguridad eléctrica	4,8	0,4
Satisfacción general con la experiencia	Nivel general de satisfacción	4,8	0,5
Recomendación del entorno a otros usuarios	Disposición a sugerir la herramienta a compañeros	5,0	0,0

Fuente: elaboración propia a partir del análisis estadístico

5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian una brecha significativa en la formación en seguridad eléctrica de los trabajadores del sector electromecánico, atribuida a la baja cobertura de programas formales y a la alta dependencia de la capacitación en el puesto de trabajo. Este hallazgo refuerza la necesidad de adoptar metodologías innovadoras que superen las limitaciones de los enfoques tradicionales.

El entorno inmersivo de realidad virtual desarrollado en este estudio demostró ser una herramienta eficaz para fortalecer las competencias técnicas en contextos de riesgo. Su capacidad para simular escenarios críticos en un ambiente seguro, repetible y gamificado facilitó la apropiación de los conceptos y procedimientos asociados a las cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica.

Desde el punto de vista pedagógico, el modelo implementado integra principios del aprendizaje experiencial, con actividades estructuradas que promueven la acción, la reflexión y la retroalimentación. Esta combinación de simulación interactiva y diseño instruccional intencional permite una mayor retención y transferencia del conocimiento a situaciones reales de trabajo.

La validación técnica y formativa del entorno, mediante cuestionarios de satisfacción y análisis multicriterio, confirma su pertinencia y aplicabilidad en programas de formación técnica y profesional. Los participantes valoraron positivamente la utilidad, usabilidad y motivación generada por la experiencia inmersiva.

El entorno desarrollado presenta un alto potencial de transferencia a otros sectores industriales, así como escalabilidad para su uso en centros de formación laboral y académica. Esta propuesta se alinea con los principios de la Industria 5.0, al integrar tecnología avanzada con una visión centrada en el bienestar, la sostenibilidad y la seguridad de los trabajadores.

Los hallazgos obtenidos en este estudio coinciden con lo reportado por Zhang et al. (2023) y de Oliveira et al. (2020), quienes demostraron que los entornos inmersivos no solo incrementan la comprensión de sistemas técnicos complejos, sino que también permiten una práctica segura de procedimientos que tradicionalmente presentan altos riesgos operativos.

En particular, la mejora estadísticamente significativa entre las pruebas pre y post intervención refleja lo planteado por Morosi y Caruso (2022), quienes resaltan la importancia del realismo interactivo para potenciar la eficacia en el aprendizaje técnico. El uso de modelos 3D, instrucciones secuenciales y retroalimentación inmediata dentro de este estudio replicó condiciones similares que estos autores vinculan con una mayor retención del conocimiento.

Por otro lado, la percepción positiva de los participantes sobre la experiencia inmersiva, reportada en el cuestionario de validación, reafirma los resultados de estudios como los de Guérinot et al. (2022) y Kanchana y Sindhya (2021), donde se resalta el papel de la RV no solo como entorno de entrenamiento, sino como espacio motivador que contribuye al compromiso activo del aprendiz.

A diferencia de trabajos anteriores, este estudio incorpora un enfoque pedagógico estructurado con base en las cinco reglas de oro de seguridad eléctrica, lo que representa un avance significativo frente a modelos centrados exclusivamente en la representación técnica. Esta alineación con las buenas prácticas de formación para el trabajo en contextos de alto riesgo ha sido poco explorada en América Latina, lo que incrementa la relevancia regional del presente trabajo.

Futuros estudios deberían contemplar diseños cuasiexperimentales con muestras más amplias y diversos sectores industriales, así como la integración de métricas biométricas (por ejemplo, atención, estrés, frecuencia cardíaca) para profundizar en la evaluación del aprendizaje inmersivo.

REFERENCIAS

- Ahlbom, I. C., Cardis, E., Green, A., Linet, M., Savitz, D., Swerdlow, A. y ICNIRP (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection) Standing Committee on Epidemiology. (2001). Review of the epidemiologic literature on EMF and health. *Environmental Health Perspectives*, 109(suppl 6), 911-933. <https://acortar.link/xH99T9>
- Bourou, S., Maniatis, A., Kontopoulos, D. y Karkazis, P. A. (2024). Smart Detection System of Safety Hazards in Industry 5.0. *Telecom*, 5(1), 1-20. <https://acortar.link/92ttso>
- de Oliveira, E., Gonzalez, E. W., Trevisan, D. G. y de Castro Salgado, L. C. (2020). Investigating Users' Natural Engagement with a 3D Design Approach in an Egocentric Vision Scenario. In *2020 22nd Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)* (pp. 119-128). IEEE. <https://acortar.link/Hr5YyV>
- Gordon, L. B., Cartelli, L. y Graham, N. (2018). A complete electrical shock hazard classification system and its application. In *IEEE Transactions on Industry Applications*, 54(6), 6554-6565. <https://acortar.link/Lg0FPN>

- Kanchana, J. y Sindhya, S. (2021). Development of virtual reality application for centrifugal pump impeller–machining process for training purpose. *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, 12(Special Issue), 1855-1862. doi: 10.22075/ijnaa.2021.5926 <https://acortar.link/QgOhuG>
- Kuna, P., Hašková, A. y Borza, L. (2023). Creation of virtual reality for education purposes. *Sustainability*, 15(9), 7153. <https://acortar.link/waK9sn>
- Lawler, G. S. (1941). Fires of electrical origin in factories. In *Electrical Engineering*, 60(9), 428-431. <https://acortar.link/fwf0Qf>
- Mantelli, L., Traverso, A., Lupinetti, K., Giannini, F., Monica, L. y Anastasi, S. (2023). A virtual reality learning platform for steam generators. In *E3S Web of Conferences*, 414, 02010. <https://acortar.link/IAY8MX>
- Michels, F. L. y Häfner, V. (2022). Automating virtualization of machinery for enabling efficient virtual engineering methods. *Frontiers in Virtual Reality*, 3, 1034431. <https://acortar.link/xnTQEp>
- Mitolo, M. y Montazemi, P. (2014). Electrical safety in the industrial workplace: An IEC point of view. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 50(6), 4329-4335. <https://acortar.link/e3mIQh>
- Morosi, F. y Caruso, G. (2022). Configuring a VR simulator for the evaluation of advanced human–machine interfaces for hydraulic excavators. *Virtual Reality*, 26(3), 801-816. <https://acortar.link/0Cafmr>
- Numfu, M., Riel, A. y Noël, F. (2020). A concept for virtual reality based industrial maintenance training preparation. In Systems, Software and Services Process Improvement: 27th European Conference, EuroSPI 2020, Düsseldorf, Germany, September 9–11, 2020, Proceedings 27 (pp. 820-829). Springer International Publishing. <https://acortar.link/kwykz2>
- Paker, S. y Ekmekci, I. (2022). Electrical hazards in industrial facilities and evaluation of the measures. *Revue Roumaine des Sciences Techniques–Série Électrotechnique et Énergétique*, 67(2), 133-138. <https://acortar.link/3LFtZV>
- Pirker, J., Loria, E., Safikhani, S., Künz, A. y Rosmann, S. (2022, March). Immersive virtual reality for virtual and digital twins: A literature review to identify state of the art and perspectives. In *2022 IEEE conference on virtual reality and 3D user interfaces abstracts and workshops (VRW)* (pp. 114-115). IEEE. <https://acortar.link/nqMXHJ>
- Panethiere, M. A. (2022). *Analysis of grounding and bonding for power distribution systems in commercial, industrial, and institutional buildings* (Doctoral dissertation, Capitol Technology University). ProQuest Dissertations Publishing. <https://acortar.link/iKZ1ND>
- Teixeira, V. C., Mantovani, C. S., Cardoso, A., dos Santos, C. A. y Pinho, M. S. (2023). Immersive Modeling Framework for Training Applications. In *2023 IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 277-279). IEEE. <https://acortar.link/mNobJs>
- Li, X., Wang, B., Peng, T. y Xu, X. (2021). Greentelligence: smart manufacturing for a greener future. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 34, 1-6. <https://acortar.link/zIyHGN>
- Zechner, O., Kleygrewe, L., Jaspert, E., Schrom-Feiertag, H., Hutter, R. V. y Tscheligi, M. (2023). Enhancing operational police training in high-stress situations with virtual reality: Experiences, tools, and guidelines. *Multimodal Technologies and Interaction*, 7(2), 14. <https://acortar.link/qT4m18>

Zhang, C., Wang, Z., Zhou, G., Chang, F., Ma, D., Jing, Y. y Zhao, D. (2023). Towards new-generation human-centric smart manufacturing in Industry 5.0: A systematic review. *Advanced Engineering Informatics*, 57, 102121. <https://acortar.link/UAOQWQ>

Capítulo 10. Promoviendo los Objetivos de Desarrollo Sostenible con el juego híbrido *AR SDG Encic*: un estudio piloto con maestros de educación primaria en formación inicial

Pedro Juárez-González

Antonio Joaquín Franco-Mariscal

Universidad de Málaga (España)

Resumen: La transición digital y ecológica es clave para avanzar en educación al responder a los desafíos de transformación tecnológica y sostenibilidad ambiental. Los objetivos de esta investigación son analizar el impacto en la formación inicial de maestros de primaria del juego híbrido *AR SDG Encic* sobre Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y proponer mejoras para futuras experiencias. El juego combina elementos físicos y digitales, una aplicación móvil que incluye realidad aumentada. Los ODS se abordan mediante la recepción de información en diferentes formatos y preguntas sobre acciones específicas. El juego se implementó como estudio piloto con 45 maestros de primaria en formación inicial de la Universidad de Málaga. Los instrumentos de recogida de datos fueron una pregunta sobre ODS administrada como pre-/posttest, y un cuestionario de usabilidad y satisfacción de la aplicación móvil. La comprensión de los ODS se considera notable dado que un 84,4% de los maestros en formación inicial mejoraron sus conocimientos, con diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Wilcoxon. Asimismo, la satisfacción (69,79/100 puntos) y usabilidad (51,61/100) de la aplicación móvil fue aceptable, aunque mostró necesidades de mejora en aspectos técnicos. Estos hallazgos muestran que la incorporación de elementos digitales a los juegos tradicionales puede transformar la enseñanza-aprendizaje favorablemente, favoreciendo la transición digital y promoviendo mayor concienciación sobre sostenibilidad.

Palabras clave: juego híbrido, transición digital, transición ecológica, objetivos de desarrollo sostenible, realidad aumentada

Abstract: The digital and ecological transition is key to advancing education, as it addresses the challenges of technological transformation and environmental sustainability. The objectives of this research are to analyze the impact of the hybrid game *AR SDG Encic* on the initial training of primary school teachers regarding the Sustainable Development Goals (SDG), and to propose improvements for future experiences. The game combines physical and digital elements, including a mobile application with augmented reality. The SDG are addressed through the reception of information in different formats and questions about specific actions. The game was implemented as a pilot study with 45 preservice primary school teachers from the University of Málaga. The data collection instruments included a question on the SDG administered as a pre-/post-test, and a usability and satisfaction questionnaire regarding the mobile application. Understanding of the SDG is considered significant, as 84.4% of the preservice teachers improved their knowledge, with statistically significant differences according to the Wilcoxon test. Likewise, satisfaction (69.79/100 points) and usability (51.61/100) of the mobile application were acceptable, although technical improvements are needed. These findings show that integrating digital elements into traditional games can positively transform teaching and learning, supporting the digital transition and promoting greater awareness of sustainability.

Keywords: hybrid game, digital transition, ecological transition, sustainable development goals, augmented reality

1. INTRODUCCIÓN

La transición digital y ecológica son aspectos clave para avanzar en educación porque responden simultáneamente a dos de los mayores desafíos contemporáneos: la transformación tecnológica (Singh, 2022) y la sostenibilidad ambiental (Auer et al., 2023).

En el primer caso, los avances tecnológicos han favorecido el progreso científico en todos los aspectos de la sociedad, especialmente en la educación (Malán y Naranjo, 2024). En este contexto, la digitalización permite innovar en las metodologías de enseñanza y aprendizaje, facilitando el acceso a recursos interactivos, personalización del aprendizaje, y nuevas formas de evaluación. Por otra parte, la transición digital en las aulas está determinada por las pautas que los gobiernos desarrollan en sus políticas educativas, las cuales se han visto aceleradas desde la pandemia de COVID-19 con el aumento de repositorios, la creación de un marco de competencias digital docente y mayores partidas presupuestarias (Pardo et al., 2025).

En este marco, las aplicaciones móviles constituyen un recurso idóneo para la transición digital al ofrecer un abanico de posibilidades educativas. Entre ellas, el acceso a una amplia gama de recursos, promover un aprendizaje activo y facilitar tiempo de calidad al docente para apoyar al recurso, aunque para ello es fundamental que reciban formación que les permita utilizar esta herramienta con seguridad (Rivera-Vargas et al., 2023; Pillasagua et al., 2025).

Dentro del ámbito de las propuestas educativas que incorporan aplicaciones móviles, destacan los denominados juegos híbridos, que combinan elementos físicos como tableros o cartas, con un componente digital –generalmente una aplicación móvil– que integra gran parte de las funcionalidades del juego. Esta combinación permite reducir costes económicos, automatizar acciones mecánicas y aumentar la accesibilidad, lo que contribuye a centrar la atención en la experiencia lúdica y a generar entornos de aprendizaje más dinámicos e inmersivos (Da Silva Júnior et al., 2020a,b). Además, la inclusión de elementos característicos de los videojuegos genera mayor motivación en el alumnado como las experiencias de logros y progresos, siendo éste un reto importante en la actualidad (Rodrigo y Marí, 2021).

La digitalización en los juegos híbridos educativos puede ir acompañada de otras tecnologías como la realidad aumentada (RA), dado que ésta tiene la capacidad de mejorar la comprensión y la resolución de problemas mediante la visualización y manipulación de los contenidos, facilitando la asimilación de conceptos y el desarrollo del pensamiento crítico (Franco-Mariscal, 2024; Ibáñez et al., 2013).

Aunque el campo de la RA se puede considerar relativamente nuevo, ha desarrollado un crecimiento exponencial en los últimos años, donde se han demostrado beneficios como herramienta educativa (Al-Ansi et al., 2023). Un estudio realizado por López et al. (2024) con 106 estudiantes de 16 años reveló que la RA promueve la colaboración, el intercambio de ideas y la construcción social de conocimientos, por lo que la creación de actividades basadas en la RA puede llevar al alumnado hacia competencias sociales y experiencias enriquecedoras en un contexto educativo.

Los modelos de RA más utilizados en educación son los marcadores, los cuales permiten interactuar con elementos digitales del juego superpuestos en los elementos físicos. No obstante, se están aplicando otras como la RA basada en la ubicación, o la RA sin marcadores, convirtiéndose en un recurso que ofrece diferentes enfoques y estrategias educativas en cualquier entorno (Bacca, 2014).

Al mismo tiempo, la educación ecológica es esencial para formar una ciudadanía crítica y responsable, capaz de comprender y actuar frente a problemas globales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad o la justicia social asociada a los recursos naturales.

La transición ecológica, junto con la transición digital, están alineadas con la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que señalan la necesidad de una educación inclusiva, equitativa y de calidad (ODS 4), así como la promoción de sociedades sostenibles (ODS 12 y ODS 13). Integrar ambas en la educación no solo enriquece el currículo, sino que también conecta los contenidos escolares con los retos reales del mundo actual, favoreciendo una enseñanza más significativa, transformadora y orientada al futuro.

En otras palabras, en paralelo a la preocupación por integrar las herramientas digitales en las aulas, la educación también tiene el rol de promover los ODS establecidos por las Naciones Unidas (2015), dado que se produjo una llamada universal para actuar sobre la mejora de vida de la población mundial y la protección del planeta (Guevara et al., 2023). Al conectar estos desafíos con recursos digitales nos permite desarrollar propuestas activas hacia el fomento del compromiso social del alumnado.

Para avanzar en la transición digital y ecológica, este capítulo presenta el juego híbrido *AR SDG Encic* que propone la incorporación de los ODS en un contexto lúdico que fomenta el debate y la reflexión crítica en la formación inicial de maestros y maestras de educación primaria. *AR SDG Encic* plantea problemas sociales actuales para cada ODS, orientando el tratamiento del juego a la acción y no solo a la recepción de información. Este modelo híbrido configura un escenario que potencia las competencias docentes y un aprendizaje activo y socialmente comprometido con las acciones que se requieren para alcanzar los ODS.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de este estudio se centran en evaluar el juego híbrido *AR SDG Encic* en tres líneas fundamentales: a) Analizar el impacto del juego en el aprendizaje de los ODS; b) Evaluar la percepción de maestros y maestras de educación primaria en formación inicial en relación a la usabilidad y satisfacción de la aplicación móvil asociada al juego y; c) Identificar áreas de mejora para optimizar la eficacia del juego educativo.

El estudio busca dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación vinculadas con los citados objetivos: a) ¿Qué impacto tiene el juego híbrido *AR SDG Encic* en el aprendizaje de los ODS por parte de maestros y maestras de primaria en formación inicial?; b) ¿Cómo perciben los maestros y las maestras en formación inicial la experiencia educativa a través del juego *AR SDG Encic*?; c) ¿Qué aspectos del juego pueden mejorarse para optimizar su eficacia como herramienta educativa?

Se pretende, de esta forma, validar el juego híbrido *AR SDG Encic* en contextos educativos e impulsar su desarrollo continuo para contribuir desde la educación a avanzar en la transición digital y ecológica.

3. MÉTODO

3.1. Descripción del juego *AR SDG Encic*

El juego educativo *AR SDG Encic* toma su nombre de dos elementos clave del juego –la realidad aumentada y los ODS, por sus siglas en inglés (AR y SDG, respectivamente)– junto con el acrónimo del grupo de investigación que lo desarrolló (Enseñanza de las Ciencias y Competencias, Encic).

El principal reto que plantea el juego es que los participantes aprendan y reflexionen sobre los ODS (Naciones Unidas, 2015). Se trata de un juego híbrido dado que contiene elementos físicos, tales como un tablero, diferentes tipos de cartas (de sucesos naturales o contribuciones al planeta), un cubo con marcadores de RA y fichas y, por otro lado, dispone de elementos digitales en una aplicación móvil con distintas funcionalidades, así como el escáner de los marcadores. Los elementos físicos se encuentran en formato “print & play” para que los jugadores puedan imprimirlos.

El juego ha sido creado para Android y se puede descargar de forma gratuita en <https://encic.itch.io/ar-sdg-encic>. El diseño de la aplicación se desarrolló con la herramienta Unity por su versatilidad, utilizando lenguaje de programación C#, la conexión con la base de datos mediante PHP y el almacenamiento con una BBDD MySQL.

El juego se inicia con el registro de los participantes, con un máximo de cuatro jugadores por partida, lo que permite minimizar posibles problemas técnicos en los dispositivos y facilita la organización de distintos tipos de agrupamientos en el aula durante la experiencia educativa. Al entrar al menú, los jugadores lanzan los dados en la aplicación y aquel que obtenga el valor más alto comienza la partida. La jugabilidad se centra en ir moviendo la ficha por el tablero que incluye una casilla para cada ODS representada por el icono y color distintivo promovido por Naciones Unidas (2015), e ir canjeando acciones por ODS. Para ello, deben escanear primero el marcador situado en la casilla correspondiente de ODS y, posteriormente, los marcadores incluidos en cada cara del cubo para el que reciben información en formato texto y audio, junto a tres preguntas. Si el jugador o la jugadora responde correctamente a las preguntas podrá adquirir el ODS correspondiente siempre que aporte las acciones que se solicitan por él. En caso contrario, perderá el turno y el juego continuará con el siguiente jugador/a, repitiéndose la misma dinámica.

Además de las casillas de ODS, el tablero incluye casillas de sucesos naturales y contribuciones al planeta en las que se plantea una acción negativa o positiva hacia el alcance de un ODS, y en consecuencia tendrá que dar o recibir las acciones indicadas en la carta. Un ejemplo de carta de suceso natural es “Aumento del nivel de los pantanos: recibes una acción rutinaria”, mientras que un ejemplo de carta de contribuciones al planeta es “Dejas de comprar plástico de un solo uso: obtienes cuatro acciones puntuales”. Otras casillas son la cárcel donde el jugador tendrá que contribuir con una acción rutinaria o sacar el mismo número en los dos dados al lanzarlos, y la casilla de paraje natural que ofrece la posibilidad de lanzar otra vez el dado.

En cuanto a las funciones de la aplicación móvil, permite lanzar los dados, pasar de turno, conocer el valor de las acciones de cada ODS y sus metas, conseguir ODS, conocer los ODS conseguidos por cada jugador/a, escanear los marcadores del cubo y del tablero, contestar a las

preguntas, recibir la información de los marcadores del cubo y enviar o recibir acciones. Con esta digitalización el juego ahorra un buen número de elementos que en un juego tradicional se deberían imprimir como acciones, tarjetas de ODS o tarjetas de preguntas, por lo que el propio juego también es una propia acción para alcanzar los ODS.

Las acciones son un activo fundamental en el juego y equivalen a la moneda de cambio, en vistas que permiten adquirir un ODS o transferir acciones a otro jugador o jugadora si las debemos. El juego incluye acciones puntuales con valor de una unidad, acciones rutinarias con valor de cinco unidades, acciones locales con valor de diez unidades, y acciones colectivas con valor de 25 unidades. Todas ellas representan una serie de contribuciones fundamentales para alcanzar los ODS, como se ha podido comprobar en los ejemplos citados para el contenido de una carta de suceso natural y contribución al planeta.

La RA constituye un componente clave en la funcionalidad del juego, implementándose mediante un nivel 1 basado en marcadores, que permite visualizar información en 3D a través del dispositivo (Espinosa, 2014). A través de la RA, los jugadores reciben toda la información necesaria para poder avanzar en la partida, tanto en la actividad de contestar preguntas sobre cada ODS como al recibir la información de éstos para tomar decisiones u obtener pistas de las preguntas.

La partida concluye cuando todos los jugadores, excepto uno/a, se ha quedado sin acciones o un/a jugador/a ha adquirido un número determinado de ODS pactado al inicio de la partida.

El juego se ha desarrollado en el marco del proyecto JETED “Transición digital y ecológica en la enseñanza de las ciencias mediante tecnologías disruptivas para la digitalización de juegos educativos y su evaluación con e-rúbricas” del Gobierno de España y la Agencia Estatal de Investigación.

3.2. Participantes

La muestra de esta investigación fueron 45 maestras y maestros en formación inicial del tercer curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Málaga (España) que cursaban la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales durante el primer semestre del curso 2024-2025. El 71,1% de los participantes eran mujeres y el 28,9% hombres, con una edad media entre 21 y 22 años. La experiencia con el juego *AR SDG Encic* se desarrolló durante una sesión de clase trabajando los maestros y maestras en formación inicial en pequeños grupos.

3.3. Descripción de la experiencia

La implementación de la experiencia comenzó con una sesión estructurada de una hora, que permitiera realizar un pretest de conocimientos sobre los ODS, interactuar con el juego híbrido y finalizar con la realización de un postest y un cuestionario de usabilidad y satisfacción.

La experiencia se realizó en un aula con los dispositivos móviles de los participantes y sin necesidad de recursos adicionales permitiendo un entorno accesible para el juego. El alumnado se agrupó en tres o cuatro jugadores dependiendo de las preferencias de los participantes, además tenían la opción de jugar en parejas. Aunque solo necesitaban un móvil para jugar, todos los participantes interactuaron con la RA y los componentes digitales que la aplicación ofrecía compartiendo el teléfono móvil durante la partida.

El pretest requirió aproximadamente cinco minutos, mientras que el posttest y el cuestionario de usabilidad y satisfacción tomaron unos diez minutos. La fase de juego se desarrolló durante 45 minutos para todos los grupos. Sin embargo, este tiempo resultó insuficiente para que muchos lograran finalizar la partida, lo que sugiere que en futuras implementaciones sería recomendable ampliar el tiempo de juego.

Al tratarse de un juego grupal que requiere una interacción constante entre los jugadores, en la mayoría de los grupos surgieron debates sobre determinadas acciones, valoradas de forma diferente por los participantes. Además, se compartieron comentarios y apreciaciones tanto sobre aspectos positivos como sobre posibles mejoras, las cuales quedaron reflejadas en la evaluación final del juego. De esta forma la experiencia permitió recoger información valiosa sobre el juego, facilitando datos acerca del proceso de aprendizaje de los maestros y las maestras en formación inicial, así como de aspectos técnicos y de jugabilidad a mejorar en futuras pruebas.

3.4. Instrumentos de evaluación

Los instrumentos para la recogida de datos fueron el pretest y posttest de conocimientos sobre ODS con la implementación del juego entre ambos, y un cuestionario de usabilidad y satisfacción tras la partida.

El pretest y el posttest incluyeron la pregunta ¿Qué ODS conoces? Mencionalos. Para su análisis, en primer lugar, se cuantificó el número de ODS que cada maestro o maestra en formación inicial afirmó conocer antes y después de la experiencia, y se calculó la media de ODS dado por participante. Posteriormente, se categorizaron las respuestas por ODS, identificando el número de menciones correspondientes en el pretest y el posttest, y calculando la diferencia entre ambos momentos.

El cuestionario de usabilidad y satisfacción, validado por Serrano-Angulo y Cebrián-Robles (2014), constaba de 26 ítems mostrados con una escala Likert de 1 hasta 5 puntos (1. Totalmente en desacuerdo; 2. En desacuerdo; 3. Indiferente; 4. De acuerdo y 5. Muy de acuerdo). El cuestionario incluía ítems directos e indirectos con el objetivo de fomentar la reflexión en cada respuesta. En los ítems directos, la mejor valoración correspondía a “muy de acuerdo”, mientras que en los indirectos se asociaba con “totalmente en desacuerdo”. Para el análisis de los datos, los ítems indirectos fueron transformados a directos, asignando la puntuación máxima de cinco puntos a las respuestas más favorables. Este cuestionario ha demostrado un alfa de Cronbach de 0,889 (Serrano-Angulo y Cebrián-Robles, 2014).

El análisis del cuestionario se dividió en los ítems de usabilidad, agrupándolos desde I1 hasta I10 y los de satisfacción desde I11 hasta I26. Además, se calculó la puntuación media de cada dimensión en una escala de 0 a 100 puntos, así como la media, la mediana y la desviación típica de cada ítem del cuestionario. Asimismo, se realizó la prueba de Wilcoxon para identificar posibles diferencias estadísticamente significativas en el progreso de los jugadores entre pretest y posttest, empleando la versión 29.0.2 del software SPSS.

4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA

4.1. Impacto del juego sobre el aprendizaje de los ODS

La Tabla 1 recoge las frecuencias de ODS en ambos momentos de la intervención para la pregunta ¿Qué ODS conoces? Mencionalos, la media por maestro/a en formación inicial, el total de ODS

citados y la diferencia entre el número de ODS que las y los participantes mencionaron antes y después de la experiencia.

Tras la experiencia, se observó un incremento notable en la media de ODS dada por los maestros en formación inicial que pasó de 2,00 a 6,89 ODS entre el pretest y el posttest. Del mismo modo, se observó un aumento en la frecuencia de aparición de todos los ODS, destacando especialmente los ODS 1, 2, 4, 5, 6 y 14 que presentaron las mayores diferencias. Esto puede indicar que el juego híbrido es específicamente efectivo para concienciar sobre la erradicación de la pobreza, educación de calidad, igualdad de género, agua limpia, y vida submarina y algo menos efectivo en los ODS 11, 16 y 17, donde se podría mejorar elementos pertenecientes a éstos en futuras pruebas del juego. No obstante, la mejora generalizada sugiere que *AR SDG Encic* promueve el reconocimiento de los ODS en la formación inicial de maestros y maestras de educación primaria.

La prueba de Wilcoxon detectó diferencias estadísticamente significativas ($Z = -5,296$; $p = 0,001$) entre pretest y posttest en el conocimiento de los ODS, dado que 38 de los 45 maestros y maestras en formación inicial (84,4%) construyeron nuevos aprendizajes, cuatro de ellos mantuvieron su mismo nivel de respuestas, y solo tres presentaron una disminución en los ODS citados.

Tabla 1. Resultados de aprendizaje sobre los ODS entre pretest y posttest.

ODS	Denominación del ODS	Frecuencia en pretest	Frecuencia en posttest	Diferencia pre-/posttest
1	Fin de la pobreza.	14	31	+17
2	Hambre cero.	7	24	+17
3	Salud y bienestar.	15	27	+12
4	Educación de calidad.	14	28	+14
5	Igualdad de género.	15	31	+16
6	Agua limpia y saneamiento.	5	28	+23
7	Energía asequible y no contaminante.	3	13	+10
8	Trabajo decente y crecimiento económico.	0	10	+10
9	Industria, innovación e infraestructura.	0	11	+11
10	Reducción de las desigualdades.	3	15	+12
11	Ciudades y comunidades sostenibles.	3	10	+7
12	Producción y consumo responsable.	1	12	+11
13	Acción por el clima.	3	19	+16
14	Vida submarina.	4	24	+20
15	Vida de ecosistemas terrestres.	0	11	+11
16	Paz, justicia e instituciones sólidas.	3	8	+5
17	Alianzas para lograr los objetivos.	0	8	+8
Media por maestro/a en formación inicial		2,00	6,89	+4,89
Total		90	310	+220

4.2. Valoración de la usabilidad y satisfacción de la aplicación móvil del juego

El análisis de las respuestas sobre usabilidad (Tabla 2) de la aplicación móvil obtuvo una puntuación media de 51,61 puntos sobre 100, reflejando una valoración moderada en este aspecto. En la valoración se puede observar una serie de ítems con una puntuación baja que resaltan diferentes áreas de mejora en relación a la necesidad de una explicación previa (I3: $\bar{x}=1,89$, mediana=1, $\sigma=1,13$), problemas técnicos (I2: $\bar{x}=2,59$, mediana=3, $\sigma=1,16$; I9: $\bar{x}=2,31$, mediana=2, $\sigma=1,52$) o la dificultad de acceso (I8: $\bar{x}=2,07$, mediana=2, $\sigma=1,29$).

En contraste, aspectos como la claridad de los menús (I6: $\bar{x}=3,71$, mediana=4, $\sigma=1,04$) y la rapidez de manejo de la aplicación (I7: $\bar{x}=3,53$, mediana=4, $\sigma=1,27$) obtuvieron una mejor valoración. Asimismo, las y los participantes indicaron un alto control de las situaciones en el juego (I10: $\bar{x}=4,73$, mediana=5, $\sigma=0,58$). Estos resultados ofrecen una base para poder mejorar la usabilidad de la aplicación del juego para futuras versiones en relación a la corrección de los problemas técnicos y mejoras en la interfaz.

El análisis de la satisfacción con la aplicación móvil presentó una puntuación media de 69,79 sobre 100 puntos, lo que indica que en términos generales fue satisfactoria. Los ítems que destacan por su puntuación más alta se centran en la apreciación de la aplicación (I11: $\bar{x}=4,02$, mediana=4, $\sigma=0,87$), la motivación que generó (I13: $\bar{x}=4,09$, mediana=4, $\sigma=0,95$), la predisposición a volver a utilizarla (I17: $\bar{x}=4,02$, mediana=4, $\sigma=1,06$) y la utilidad de las ayudas para comprender el juego (I24: $\bar{x}=4,22$, mediana=4, $\sigma=0,77$). También se valoró positivamente que fue ameno jugar (I12: $\bar{x}=4,13$, mediana=4, $\sigma=1,01$) y la preferencia de la aplicación de este juego frente a otros (I14: $\bar{x}=4,09$, mediana=4, $\sigma=0,95$). En relación con las áreas con mejor puntuación se pueden observar que son moderadas, destacando la interpretación de las opciones (I18: $\bar{x}=3,24$, mediana=3, $\sigma=1,11$) y la necesidad de ayuda de un experto (I19: $\bar{x}=3,22$, mediana=3, $\sigma=1,15$). Además, ítems como las opciones ofrecidas por la aplicación fueron las esperadas (I15: $\bar{x}=3,82$, mediana=4, $\sigma=0,89$), el esfuerzo requerido para interactuar con ella (I16: $\bar{x}=3,44$, mediana=3, $\sigma=1,04$) o el diseño gráfico (I20: $\bar{x}=3,49$, mediana=3, $\sigma=1,01$), ofrecen una oportunidad para optimizar la aplicación móvil en futuras versiones del juego híbrido.

Tabla 2. Resultados descriptivos de los ítems de las dimensiones usabilidad y satisfacción del cuestionario.

	Carácter	\bar{x}	Mediana	σ
Ítems de la dimensión usabilidad				
I1. La aplicación fue fácil de usar	Directo	3,38	3	0,91
I2. Aparecieron incompatibilidades que me dificultaron el manejo	Indirecto	2,58	3	1,16
I3. La aplicación se puede usar sin necesidad de explicaciones previas	Directo	1,89	1	1,13
I4. Me resultó complicada la edición	Indirecto	3,67	4	0,78
I5. Me desorienté en algún momento	Indirecto	2,78	3	1,30
I6. Las opciones de los menús son claras	Directo	3,71	4	1,04
I7. Necesité poco tiempo para manejar la aplicación	Directo	3,53	4	1,27
I8. He necesitado ayuda para acceder a la aplicación	Indirecto	2,07	2	1,29

	Carácter	\bar{x}	Mediana	σ
I9. Me encontré con problemas técnicos	Indirecto	2,31	2	1,52
I10. En algún momento tuve pánico	Indirecto	4,73	5	0,58
Ítems de la dimensión satisfacción				
I11. La aplicación me resultó agradable	Directo	4,02	4	0,87
I12. Fue agotador utilizar la aplicación	Indirecto	4,13	4	1,01
I13. Me resultó motivador trabajar con la aplicación	Directo	4,09	4	0,95
I14. Hubiera preferido usar otra aplicación conocida en lugar de ésta	Indirecto	3,96	4	0,95
I15. Las opciones fueron las esperadas	Directo	3,82	4	0,89
I16. Me resultó muy laborioso hacer algo con la aplicación	Indirecto	3,44	3	1,04
I17. En caso de necesidad volvería a usar la aplicación en el futuro	Directo	4,02	4	1,06
I18. Encontré opciones difíciles de interpretar	Indirecto	3,24	3	1,11
I19. La aplicación requiere ayuda de un experto	Indirecto	3,22	3	1,15
I20. El diseño gráfico es pobre	Indirecto	3,49	3	1,01
I21. Recomendaría la aplicación a otras personas	Directo	3,89	4	1,03
I22. El tiempo de respuesta en la interacción es lento	Indirecto	3,82	4	1,21
I23. Las respuestas dadas son difíciles de entender	Indirecto	3,89	4	1,01
I24. Las ayudas para comprender fueron útiles	Directo	4,22	4	0,77
I25. La edición resulta muy flexible	Directo	3,47	3	0,87
I26. En general, estoy satisfecho/a con la aplicación	Directo	3,93	4	1,03

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados que se han obtenido en este estudio muestran que a pesar de encontrar problemas técnicos en la partida (usabilidad: $\bar{x}=51,61$) los maestros y las maestras en formación inicial de educación primaria mostraron una experiencia positiva (satisfacción: $\bar{x}=69,79$) durante la experiencia. Esto sugiere que los contratiempos que se encontraron fueron superados y no dificultaron la jugabilidad. Estos hallazgos muestran las posibilidades educativas de *AR SDG Encic* a la vez que se destacan una serie de mejoras requeridas en el juego, más concretamente en la aplicación móvil, como introducir un tutorial inicial o mejorar el acceso.

En consecuencia, esta investigación pone en valor el potencial de *AR SDG Encic* como un juego híbrido capaz de promover tanto la transición digital como la ecológica de forma progresiva. Destaca especialmente el hecho de que un 84,4 % de las y los participantes mostró mejoras estadísticamente significativas ($Z= -5,296$ $p < 0,001$) antes y después de su participación en el juego. Estos resultados permiten inferir que, con una herramienta adecuada y una formación docente sólida, los juegos híbridos pueden constituir una vía efectiva y motivadora para formar a los futuros maestros y maestras en los desafíos de la transición ecológica, en este caso, sobre los ODS.

Como consecuencia, el estudio no solo sirve para evidenciar el potencial educativo que tienen los juegos híbridos, sino que también *AR SDG Encic* aporta una base sólida para introducir mejoras en las funciones del juego que favorezcan una mejor experiencia y proceso de aprendizaje. Asimismo, este estudio aporta nuevas perspectivas sobre herramientas digitales en la formación inicial de docentes para la transición ecológica.

En cuanto a las limitaciones encontradas en *AR SDG Encic* destaca que el tiempo necesario para completar una partida completa es relativamente largo, debido a que una hora de juego no permitió acabar ninguna partida ni intuir un posible ganador/a. Aunque esto puede indicar cierto equilibrio en el juego ya que todos los participantes se mantienen activos durante bastante tiempo, también podría generar cansancio.

Otra limitación encontrada reside en los problemas técnicos y de jugabilidad que los participantes reflejaron en el cuestionario, aunque en cada partida se encontró una solución, es conveniente abordarlos de manera definitiva para futuras experiencias del juego.

Como líneas futuras de investigación en este proyecto, se propone realizar un estudio con muestras más amplias que permita recopilar datos más robustos sobre la retención de conocimientos en educación ecológica. Además, se plantea evaluar el impacto completo de una partida no solo en maestros y maestras en formación inicial, sino también en estudiantes de educación secundaria obligatoria y bachillerato. Finalmente, el proyecto también pretende diseñar nuevas aplicaciones basadas en juegos que incorporen elementos de RA para analizar su impacto en el ámbito educativo y en la formación inicial de maestros y maestras.

6. IMPLICACIONES EDUCATIVAS

Los resultados de este estudio avalan la capacidad que tienen los juegos híbridos en la formación inicial de maestros y maestras sobre contenidos relacionados con la transición ecológica, como los ODS. La integración de estos juegos en el aula enriquece el proceso de aprendizaje en un mundo cada vez más interconectado.

Algunos datos del cuestionario que lo avalan son los resultados obtenidos para el ítem sobre motivación (I13: $\bar{x}= 4,09$), agrado (I11: $\bar{x}= 4,02$) y predisposición al uso futuro del juego en caso de necesidad (I17: $\bar{x}= 4,02$), los cuales pueden interpretarse como una aceptación positiva de las herramientas digitales en entornos educativos, siendo un aspecto relevante en la transición digital.

Además, las actividades están vinculadas a desafíos de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible promoviendo la conexión del aprendizaje escolar con problemas sociales actuales. Al abordar estos temas se promueve una conciencia crítica y proactiva donde la transición digital tiene un componente de transformación social.

Es importante aclarar que la incorporación de elementos digitales no pretende sustituir a la enseñanza tradicional, sino su función es apoyar a una enseñanza integral y, para ello, la formación docente en estrategias metodológicas con herramientas digitales debe ser esencial para encontrar esos contextos donde estos recursos sean un apoyo a la educación de calidad y responda a los desafíos del contexto educativo.

AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Este trabajo forma parte del proyecto TED2021-130102B-I00 titulado “Transición digital y ecológica en la enseñanza de las ciencias mediante tecnologías disruptivas para la digitalización de juegos educativos y su evaluación con e-rúbricas”, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea ‘NextGenerationEU’/PRTR (<https://jeted.encic.es/>).

REFERENCIAS

- Al-Ansi, A. M., Jaboob, M., Garad, A. y Al-Ansi, A. (2023). Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1), 100532. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>
- Auer, M. E., Pachatz, W. y Rüttmann, T. (Eds) (2023). *Learning in the age of digital and green transition. Proceedings of the 25th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2022)*, Volume 1. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-26876-2>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S. y Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133–149.
- Da Silva Júnior, J. N., Lima, M. A., De Sousa, U. S., Do Nascimento, D. M., Melo Leite, A. J., Benedetti, K., Roy, B. y Winum, J. Y. (2020a). Reactions: An innovative and fun hybrid game to engage the students reviewing organic reactions in the classroom. *Journal of Chemical Education*, 97(3), 749–753. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b01020>
- Da Silva Júnior, J. N., Zampieri, D., De Mattos, M. C., Ribeiro, B., Melo Leite, A. J., De Sousa, U. S., Nascimento, D. M., De Sousa, U. S., y Jalles, A. (2020b). A hybrid board game to engage students in reviewing organic acids and bases concepts. *Journal of Chemical Education*, 97(10), 3720–3726. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00614>
- Espinosa, C. P. (2014). Realidad aumentada y educación: Análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 46, 187–203. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12>
- Franco-Mariscal, A. J. (2024). *Critical thinking in science education and teacher training*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-78578-8>
- Guevara, I., Pérez, J. M. y Bravo, B. (2023). Impacto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la investigación educativa sobre educación ambiental. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(2), 2501. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2501
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D. y Kloos, C. D. (2013). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.004>
- López, J. A., Rangel, J. J. y Calao, S. J. (2024). Realidad aumentada en el aula de química: estrategia multimedia para mejorar la comprensión de compuestos en estudiantes de secundaria. *Acta Scientiæ Informaticæ*, 8(8), 4–10. <https://doi.org/10.21897/26192659.3621>

- Malán, E. y Naranjo, B. (2024). Estudio bibliométrico de la realidad aumentada aplicada a la educación superior. En B. Naranjo (Coord.), *TIC para la Inclusión e Innovación Educativa* (pp. 61–91). <https://doi.org/10.17163/abyaups.82.615>
- Naciones Unidas (2015). *Transformar nuestro mundo: La agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/agenda-2030/>
- Pardo, M. I., San Nicolás, M. B., Rodríguez, N. y González, D. (2025). Políticas e iniciativas institucionais sobre tecnologías digitais para a digitalização do ensino secundário. *Revista Portuguesa de Educação*, 38(1), e25003. <https://doi.org/10.21814/rpe.36696>
- Pillasagua, A. S., Muñoz, J. L., Rodríguez, V. K., Villacreses, J. E. y Rivadeneira, R. R. (2025). Integración de dispositivos móviles en el aula: Beneficios y retos en la educación básica. *Revista Científica Multidisciplinar G-nerando*, 6(1), 1-19. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v6i1.414>
- Rivera-Vargas, P., Mateu-Luján, B., Rappoport, S. y Gamboa, Y. (2023). Digitalización de los centros educativos y uso de teléfonos móviles en el aula. Análisis del caso español. *REICE Revista Iberoamericana sobre Calidad Eficacia y Cambio en Educación*, 21(4), 25–43. <https://doi.org/10.15366/reice2023.21.4.002>
- Rodrigo, M. R. y Marí, M. L. (2021). Luces, sombras y retos del profesorado entorno a la gamificación apoyada en TIC: un estudio con maestros en formación. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24(2), 167-179. <https://doi.org/10.6018/reifop.470991>
- Serrano-Angulo, J. y Cebrián-Robles, D. (2014). Usabilidad y satisfacción de la e-rúbrica. *REDU, Revista de Docencia Universitaria*, 12(1), 177–195. <https://doi.org/10.4995/redu.2014.6426>
- Singh, A. (2022). Digital transformation in education. En A. Choudhury, T. P. Singh, A. Biswas, M. Anand, (Eds), *Evolution of digitized societies through advanced technologies. Advanced technologies and societal change*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2984-7_3

Capítulo 11. Integración de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación ambiental para el fomento de prácticas sostenibles educativas

Vasiliki Kollarou

Universidad de Alicante (España)

Resumen: Este estudio examina cómo las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) pueden transformar la educación ambiental, promoviendo hábitos sostenibles en contextos escolares y comunitarios. A través de una revisión bibliográfica internacional, se analizan herramientas como simulaciones, mapas interactivos, plataformas digitales y contenidos multimedia, valorando su capacidad para facilitar el aprendizaje activo y personalizado. Se observa que estas tecnologías no solo enriquecen la comprensión de sistemas ambientales complejos, sino que también fortalecen el pensamiento crítico y el sentido de responsabilidad colectiva. La participación estudiantil mejora gracias a enfoques basados en la colaboración virtual y la gamificación. No obstante, el estudio reconoce barreras persistentes –como la falta de infraestructura, formación docente insuficiente y carencia de políticas educativas claras– que limitan la integración eficaz de las TIC. La revisión destaca la importancia de preparar al profesorado para el uso pedagógico de estas herramientas, adaptándolas a diferentes estilos de aprendizaje y contextos geográficos. En suma, las TIC ofrecen un potencial transformador para una educación ambiental más conectada con la realidad digital y con la urgencia del cambio climático. Su implementación crítica y pedagógica puede fortalecer los vínculos entre conocimiento, acción y sostenibilidad.

Palabras clave: educación ambiental, herramientas digitales, empoderamiento estudiantil, sostenibilidad, integración de las TIC

Abstract: This study explores how Information and Communication Technologies (ICT) can enrich environmental education and encourage sustainable practices in school and community contexts. Through an international literature review, the analysis focuses on tools such as digital simulations, interactive maps, online platforms, and multimedia content. These technologies promote active and personalized learning while enhancing students' understanding of complex environmental systems. ICT also supports critical thinking and a sense of shared responsibility, fostering collaborative initiatives among students, educators, and local communities. The review highlights increased student engagement through gamified learning, virtual collaboration, and context-driven approaches. However, persistent barriers – including limited infrastructure, inadequate teacher training, and the absence of supportive policies – hinder effective ICT integration. The findings emphasize the need for pedagogical preparedness, with professional development programs that align technological resources with diverse learning needs and geographical contexts. In sum, ICT holds transformative potential for environmental education, offering a pathway toward deeper connections between knowledge, action, and sustainability. Its thoughtful implementation can help cultivate an environmentally conscious generation attuned to both global challenges and local realities.

Keywords: environmental education, digital tools, student empowerment, sustainability, ICT integration

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se han convertido en herramientas importantes en la educación, especialmente en el campo de la educación ambiental. Con el aumento de los dispositivos digitales, el acceso a Internet y varias aplicaciones de software, los profesores y los estudiantes ahora pueden explorar los problemas ambientales de una manera nueva y emocionante. Las TIC incluyen tecnologías como computadoras, tabletas, teléfonos inteligentes y plataformas en línea que ayudan a conectar a las personas y compartir información. Como señalan Zhang et al. (2022), el avance tecnológico está reconfigurando los enfoques educativos hacia modelos más participativos y accesibles. Este cambio digital ha cambiado la forma en que se imparte la educación ambiental, lo que la hace más atractiva y eficaz.

2. DESARROLLO DEL TEMA

2.1. Beneficios del uso de las TIC en la educación ambiental

El uso de las TIC en la educación ambiental ayuda a los estudiantes a comprender mejor los problemas ambientales complejos. Por ejemplo, las simulaciones digitales pueden mostrar los efectos de la contaminación en los ecosistemas, ayudando a los estudiantes a visualizar conceptos abstractos. Con herramientas como mapas interactivos y software de visualización de datos, los estudiantes pueden ver datos en tiempo real sobre el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la gestión de los recursos naturales. Estos recursos permiten a los estudiantes comprender la urgencia e importancia de estos problemas mientras promueven el pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas.

2.2. Fomento de la colaboración y el aprendizaje multimodal

Actualmente, las TIC crean oportunidades para que los estudiantes colaboren en proyectos ambientales, independientemente de su ubicación. A través de foros en línea, redes sociales y aulas virtuales, los estudiantes pueden trabajar juntos en iniciativas de sostenibilidad, compartir ideas e intercambiar conocimientos. Esta conexión fomenta un sentido de comunidad y responsabilidad en la administración ambiental. Por ejemplo, los estudiantes pueden utilizar plataformas digitales para organizar debates en línea sobre cambios en las políticas relacionadas con la protección del medio ambiente, lo que mejora su participación en debates relevantes.

Al mismo tiempo, el uso de las TIC en el aula puede satisfacer diversos estilos de aprendizaje, lo cual es crucial para involucrar a todos los estudiantes. Con contenido multimedia, como videos, podcasts y experiencias de realidad virtual, los educadores pueden presentar problemas ambientales para que resuenen con un grupo diverso de estudiantes. Este enfoque multimodal no solo cautiva los intereses de los estudiantes, sino que también apoya el aprendizaje y la retención de información más duraderos y significativos.

Zhang et al. (2022) evidencian que la inclusión de TIC en la enseñanza ambiental incrementa la motivación estudiantil, especialmente entre nativos digitales que responden positivamente a metodologías interactivas. Los estudiantes están más interesados en las lecciones que involu-

cran tecnología, ya que son relevantes y dinámicas. Muchos jóvenes estudiantes ya son nativos digitales, cómodos con el uso de la tecnología en su vida diaria, lo que hace que la inclusión de las TIC en la educación sea un ajuste natural. Esto mejora su compromiso y les anima a asumir un papel activo en el aprendizaje de la sostenibilidad.

2.3. Participación activa y sostenibilidad en la escuela y la comunidad

Además de mejorar la participación de los estudiantes, las TIC también desempeñan un papel importante en la promoción de prácticas sostenibles en las escuelas y las comunidades. Muchas instituciones educativas utilizan herramientas tecnológicas para monitorear el consumo de energía, reducir los desechos y promover iniciativas de reciclaje. Por ejemplo, los medidores inteligentes y las aplicaciones de monitoreo ambiental permiten a las escuelas realizar un seguimiento de su huella ecológica e identificar áreas de mejora. Al involucrar a los estudiantes en estas iniciativas y alentarlos a sugerir soluciones basadas en el análisis de datos, las escuelas no solo enseñan conceptos importantes de sostenibilidad, sino que también capacitan a los estudiantes para tomar medidas (Hernández Almanza, 2020).

Por ello, la incorporación de las TIC en la educación ambiental ofrece numerosos beneficios. Mejora las prácticas educativas, mejora la participación entre los estudiantes y fomenta las prácticas sostenibles al conectar significativamente las aulas, las comunidades y el medio ambiente. A medida que la tecnología continúa evolucionando, su potencial para inspirar a las mentes jóvenes a cuidar el planeta y adoptar comportamientos sostenibles solo crecerá. Comprender estas dinámicas es esencial para que los educadores y los formuladores de políticas se ocupen eficazmente de las TIC para una educación ambiental transformadora. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) aportan diversos beneficios que mejoran la implicación de los estudiantes en la educación ambiental. Herramientas como el software interactivo y las plataformas en línea desempeñan un papel vital en la promoción del aprendizaje activo. Según Asongu et al. (2018), estas herramientas digitales fomentan que los estudiantes participen más activamente en sus procesos de aprendizaje. Hacen de la educación ambiental no solo una transmisión unidireccional de conocimientos, sino una experiencia interactiva en la que los estudiantes pueden explorar y colaborar. Edsall y Broich (2020) también señalan que el uso de las TIC puede conducir a un aprendizaje más orientado a la comunidad. Los estudiantes pueden trabajar juntos en proyectos o involucrarse con las comunidades locales a través de plataformas en línea, enriqueciendo su comprensión de los problemas ambientales locales.

2.4. Interactividad, gamificación y aprendizaje personalizado

La eficacia de las herramientas TIC se puede ver aún más en la forma en que incorporan contenido multimedia. Los videos, los mapas interactivos y las infografías son recursos que pueden captar la atención de los estudiantes mejor que los materiales tradicionales basados en texto. Mediante el uso de estas herramientas, los educadores pueden ayudar a los estudiantes a visualizar conceptos complejos relacionados con la sostenibilidad, facilitando la comprensión y la memoria de principios importantes. Cuando los estudiantes ven ejemplos del mundo real de desafíos y soluciones ambientales a través del contenido de video, se crea una conexión más profunda con el tema.

Incluso, las experiencias de aprendizaje gamificadas son una innovación notable para mejorar la participación de los estudiantes. Al incorporar elementos similares a los juegos en las actividades educativas, los estudiantes se sienten más motivados para participar. Estos elementos pueden incluir ganar puntos, completar desafíos o competir con colegas de manera amistosa. Los proveedores de contenido educativo han reconocido que cuando el aprendizaje se asemeja a un juego, puede aumentar el entusiasmo de los estudiantes por temas difíciles como las ciencias ambientales. Este enfoque no solo capta el interés de los estudiantes, sino que también los alienta a pensar críticamente sobre sus acciones y el impacto en el medio ambiente. (Syahmani et al., 2021)

Además, los recursos interactivos de las TIC permiten experiencias de aprendizaje personalizadas. Los estudiantes pueden involucrarse con los materiales a su propio ritmo y explorar los temas que les interesan. Esta flexibilidad puede conducir a una comprensión más profunda de las prácticas de sostenibilidad a medida que los estudiantes investigan temas que resuenan con sus vidas. Los educadores pueden adaptar sus lecciones para incluir preocupaciones ambientales regionales específicas o desafíos de sostenibilidad global, haciendo que el aprendizaje sea más relevante y significativo (Barakabitze et al., 2019).

En diversos contextos educativos, la integración de las TIC promueve la colaboración entre estudiantes, educadores y la comunidad. A través de discusiones en línea o proyectos basados en proyectos que requieren información de las partes interesadas locales, los estudiantes pueden desarrollar un sentido de responsabilidad compartida con respecto al medio ambiente. Este enfoque no solo educa a los estudiantes sobre la sostenibilidad, sino que también les permite actuar sobre sus conocimientos en sus comunidades. (Lay, 2019)

En definitiva, el uso de herramientas TIC como software interactivo, contenidos multimedia y experiencias gamificadas potencia significativamente la implicación en la educación ambiental. Estos enfoques innovadores ayudan a promover el aprendizaje activo y personalizado, lo que puede conducir a un compromiso más profundo y duradero con las prácticas sostenibles entre los estudiantes y sus comunidades.

2.5. La importancia de la formación docente en TIC y educación ambiental

Una formación docente sólida constituye un elemento clave para garantizar una integración significativa y sostenida de las TIC en la educación ambiental. Kiwonde (2018) y Bai et al. (2019) enfatizan la importancia de equipar a los docentes con las habilidades necesarias para utilizar las herramientas TIC en su enseñanza. Sin una formación adecuada, los docentes pueden tener dificultades para implementar estas tecnologías de manera efectiva, lo que conduce a una infrautilización y a la pérdida de oportunidades para mejorar las experiencias de aprendizaje de los estudiantes, relacionadas con la sostenibilidad. El estudio de Kiwonde (2018) indica que los docentes con una formación adecuada están más seguros y son más competentes en el uso de las TIC, lo que a su vez enriquece sus estrategias de educación ambiental.

Ratheeswari (2018) se extienden aún más en esto al señalar las experiencias de educadores que enfrentaron desafíos en la adopción de las TIC para la educación ambiental. Enfatizan que muchos docentes se sintieron abrumados por el rápido ritmo de los avances tecnológicos. Algunos informaron que la insuficiente capacitación los dejaba inseguros sobre cómo incorporar las

TIC de manera significativa, lo cual puede obstaculizar el compromiso y el entusiasmo de los estudiantes en temas ambientales. Basándose en un estudio empírico, Lawrence y Tar (2018) proponen que los programas de formación centrados en la integración pedagógica de las TIC pueden reducir estas barreras percibidas por el profesorado.

La combinación de los hallazgos de Kiwonde (2018) y Lawrence y Tar (2018) indica que la formación de los docentes debe ser integral y adaptarse para satisfacer las necesidades de los educadores en varios contextos. La capacitación debe incluir no sólo los conocimientos técnicos necesarios para utilizar las diferentes herramientas de las TIC, sino también los métodos para integrarlas eficazmente en las cuestiones ambientales. Por ejemplo, los talleres que se centran en las aplicaciones prácticas de las tecnologías, como las simulaciones interactivas o las plataformas de colaboración en línea, pueden proporcionar a los profesores estrategias tangibles para involucrar a los estudiantes en la sostenibilidad.

Asimismo, Lawrence y Tar (2018) proponen que la formación también debe abordar los aspectos pedagógicos de la integración de las TIC. No basta con que los profesores sepan simplemente utilizar la tecnología; También deben entender cómo usarlo de una manera que promueva el pensamiento crítico y promueva la participación de los estudiantes en la educación ambiental. Esto significa que los programas de formación docente deben incluir orientación sobre cómo facilitar las discusiones sobre el cambio climático, la conservación y las prácticas sostenibles que utilizan las TIC.

Para mejorar la competencia del docente en el uso de las TIC para la educación en sostenibilidad, se pueden hacer varias recomendaciones (Napal Fraile et al., 2018). En primer lugar, se deben proporcionar oportunidades regulares de desarrollo profesional para garantizar que los docentes se mantengan actualizados con las tecnologías emergentes y las estrategias de enseñanza. En segundo lugar, los programas de mentores en los que profesores experimentados pueden guiar a sus compañeros de clase a través del proceso de integración de las TIC en la educación ambiental pueden ser muy beneficiosos. En tercer lugar, las escuelas y las autoridades educativas deben promover asociaciones con empresas y organizaciones tecnológicas enfocadas en la sostenibilidad. Estas asociaciones pueden proporcionar acceso a recursos de vanguardia, formación y apoyo continuo.

En pocas palabras, el éxito de la integración de las TIC en la educación ambiental depende en gran medida de la calidad y pertinencia de los programas de formación docente. Cuando los educadores están debidamente capacitados, pueden diseñar experiencias educativas más pertinentes, reflexivas y alineadas con los objetivos de sostenibilidad. Como indican las investigaciones de Kiwonde (2018) y Lawrence y Tar (2018), abordar las brechas en la formación de los docentes es un paso vital para mejorar la educación ambiental a través de las TIC.

2.6. Estudios de caso: buenas prácticas internacionales

Varios estudios de caso ofrecen una visión general de cómo las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) pueden mejorar eficazmente la educación ambiental en diferentes regiones y contextos educativos. Por ejemplo, un estudio de Asongu et al. (2018) se centra en diversas iniciativas en el África subsahariana. En este contexto, se han utilizado herramientas TIC, como aplicaciones móviles y plataformas en línea, para enseñar a los estudiantes prácticas

sostenibles como la gestión y conservación de residuos. El estudio reveló que cuando los estudiantes se involucraban en los recursos de TIC, su comprensión de los problemas ambientales locales había mejorado. Esto ha estimulado su motivación para participar en proyectos comunitarios destinados a proteger los recursos naturales.

En la educación superior, los entornos de aprendizaje mixtos también han mostrado un impacto positivo en la conciencia ambiental. Menon y Suresh (2020) exploraron cómo las universidades han integrado las TIC en sus programas de ciencias ambientales. Al combinar la enseñanza presencial con recursos en línea, estos programas han hecho que el aprendizaje sea más flexible y accesible. Los estudiantes utilizaron plataformas para debatir, investigar y colaborar en proyectos de sostenibilidad. En el estudio de caso se destacó que este enfoque mixto alentaba a los estudiantes a reflexionar críticamente sobre los problemas ambientales y a colaborar en la búsqueda de soluciones, aumentando así su compromiso con las prácticas sostenibles.

Otro ejemplo es Project Wild, que utiliza las TIC para enseñar a los estudiantes la conservación de la vida silvestre y la gestión ambiental. En este proyecto, los educadores utilizan la narración digital y las simulaciones interactivas para involucrar a los estudiantes en escenarios del mundo real sobre el manejo de la vida silvestre. Este enfoque de aprendizaje experiencial ayuda a los estudiantes a comprender la importancia de la biodiversidad y el impacto de las actividades humanas en los ecosistemas. Utilizando diversas herramientas de TIC, los educadores han logrado que la educación ambiental sea más interactiva y relevante para la vida de los estudiantes.

En Australia, un programa conocido como «Escuela Verde» también ha sido destacado por su uso innovador de las TIC en la educación ambiental. Aquí, los educadores utilizan videoconferencias y foros en línea para conectar a los estudiantes con expertos en sostenibilidad de todo el mundo. Esta perspectiva global enriquece la experiencia de aprendizaje de los estudiantes cuando obtienen información de diferentes culturas y prácticas en torno a la conservación del medio ambiente. La naturaleza colaborativa de estas plataformas en línea promueve un sentimiento de comunidad y responsabilidad compartida entre los estudiantes, empujándolos a participar más activamente en iniciativas locales de sostenibilidad.

Estos estudios de caso demuestran las diversas estrategias utilizadas para integrar las TIC en la educación ambiental. Las variaciones en el contexto geográfico ilustran que, si bien las herramientas y plataformas pueden diferir, el objetivo subyacente permanece constante: involucrar a los estudiantes y promover una comprensión más profunda de los problemas de sostenibilidad. Al explotar el potencial de las TIC, los educadores pueden mejorar eficazmente la educación ambiental y cultivar un sentido de responsabilidad hacia el medio ambiente de los estudiantes y las comunidades de todo el mundo.

2.7. Contribución de las TIC al conocimiento de los sistemas ambientales

El conocimiento del sistema ambiental se refiere a la comprensión de cómo funcionan los sistemas naturales e interactúan con las actividades humanas. Este conocimiento puede influir significativamente en las actitudes ambientales de los estudiantes y su disposición a participar en comportamientos pro-ambientales. Janmaimool y Khajohnmanee (2019) dan una idea de la necesidad apremiante de una educación ambiental efectiva para cultivar actitudes ambientales

positivas. Enfatizan que cuando los estudiantes tienen una sólida comprensión de los sistemas ambientales, tienden a desarrollar una mayor preocupación por el medio ambiente y demuestran comportamientos más responsables hacia él.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) desempeñan un papel vital en la mejora de la comprensión de los estudiantes de estos complejos sistemas ambientales. Por ejemplo, las plataformas en línea y las herramientas digitales pueden ofrecer contenidos interactivos que hagan más atractivo el aprendizaje. Los estudiantes pueden acceder a recursos multimedia, como videos, infografías y simulaciones, que ilustran conceptos ambientales identificables. Esto ayuda a descomponer información compleja, lo que facilita que los estudiantes comprendan las relaciones dentro de los ecosistemas y el impacto de las acciones humanas en estos sistemas.

Igualmente, las TIC facilitan la colaboración y la comunicación entre estudiantes, profesores y miembros de la comunidad. Por ejemplo, las redes sociales y los foros en línea permiten a los estudiantes compartir sus ideas y experiencias relacionadas con problemas ambientales. Este enfoque colaborativo puede promover un sentido de comunidad y responsabilidad colectiva por las prácticas sostenibles. Cuando los estudiantes participan en discusiones y proyectos que abordan los desafíos ambientales del mundo real, obtienen conocimientos prácticos que mejoran su comprensión de la dinámica ecológica.

La investigación de Janmaimool y Khajohnmanee (2019) destaca que los estudiantes que se involucran con las TIC en la educación ambiental a menudo muestran un aumento en las actitudes ecológicas. Esto se debe, en parte, a su capacidad para acceder a información precisa y actualizada sobre cuestiones ambientales. Además, mediante el uso de herramientas digitales para investigar temas de sostenibilidad, los estudiantes pueden experimentar de primera mano las consecuencias de diversas prácticas, profundizando su compromiso con las acciones pro-ambientales.

Por ejemplo, los proyectos de narración digital y video permiten a los estudiantes expresar su comprensión de los problemas ambientales de manera creativa. Al producir sus propios contenidos, los estudiantes participan activamente en el proceso de aprendizaje, lo que conduce a una mejor retención de conocimientos y un compromiso más profundo con la administración ambiental. Las herramientas TIC también pueden apoyar iniciativas dirigidas por los docentes, como excursiones virtuales a reservas naturales o puntos críticos ambientales, donde los estudiantes pueden observar los sistemas en acción y reflexionar sobre sus observaciones.

La evidencia sugiere que las escuelas que utilizan eficazmente las TIC en los programas de educación ambiental ven más iniciativa hacia comportamientos sostenibles en sus comunidades. Janmaimool y Khajohnmanee (2019) encontraron que los programas que integran los recursos de las TIC no solo mejoraron el conocimiento, sino que también capacitaron a los estudiantes para convertirse en los defensores del cambio dentro de sus localidades. Este empoderamiento es crucial para fomentar una generación que conozca los desafíos ambientales y la motivación para participar en soluciones.

En suma, la integración de las TIC en la educación ambiental abre caminos para que los estudiantes cultiven una comprensión más rica de los sistemas ambientales, formando positivamente sus actitudes y comportamientos. Al aprovechar la tecnología, los educadores pueden crear un entorno de aprendizaje más interactivo y atractivo que inspire a los estudiantes a adoptar prácticas sostenibles y contribuir al bienestar ambiental de sus comunidades.

2.8. Las TIC como herramientas de colaboración comunitaria

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) desempeñan un papel importante en la mejora de la comunicación y la colaboración en relación con la educación ambiental. Según Ismail (2024), las herramientas TIC proporcionan plataformas que conectan a estudiantes, educadores y miembros de la comunidad, creando oportunidades de acción colectiva para la sostenibilidad. Por ejemplo, los foros en línea y las plataformas de redes sociales permiten a los participantes compartir ideas, discutir temas ambientales y organizar proyectos comunitarios de manera más eficiente. Esta interacción promueve un sentido de comunidad y alienta a las personas a participar en la administración ambiental.

Incluso, las herramientas digitales ayudan a romper barreras en la comunicación. Estudiantes de diferentes orígenes pueden compartir sus experiencias y conocimientos sobre los desafíos ambientales locales. Por ejemplo, los proyectos que implican la recopilación de datos sobre la calidad del aire local pueden beneficiarse de las contribuciones en diferentes datos demográficos. Este enfoque colaborativo enriquece la experiencia de aprendizaje y mejora las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes mientras trabajan con otros para resolver problemas del mundo real. Al trabajar juntos, los estudiantes aprenden a valorar las perspectivas de los demás a medida que desarrollan una comprensión colectiva de la sostenibilidad.

No se puede exagerar la importancia de las asociaciones en la promoción de la educación para la sostenibilidad. Las colaboraciones exitosas requieren que las escuelas, las ONG, las empresas locales y las comunidades se reúnan, como se destaca en los hallazgos de Ismail (2024). Las tecnologías de la información y las comunicaciones son un instrumento fundamental para promover estas asociaciones. Crea redes en las que varios actores pueden coordinar esfuerzos con más perfección. Por ejemplo, las escuelas pueden utilizar las TIC para conectarse con organizaciones ambientales locales que pueden proporcionar recursos, conocimientos o talleres sobre prácticas de sostenibilidad. Este intercambio de información abre más caminos para el aprendizaje práctico y la participación de la comunidad.

Igualmente, las TIC aumentan la capacidad de movilizar acciones comunitarias a través de campañas y eventos organizados utilizando herramientas digitales. Los estudiantes pueden crear y promover sus iniciativas para aumentar la conciencia sobre los problemas ambientales. Por ejemplo, se puede utilizar una plataforma en línea para lanzar una campaña de reciclaje en la que los estudiantes puedan proyectar material promocional y llegar a sus colegas y a la comunidad. Esto permite a los estudiantes apropiarse de sus acciones ambientales, aumentando su compromiso y compromiso con la sostenibilidad.

Adicionalmente, las herramientas de colaboración virtual, como Google Docs o las videoconferencias, apoyan el trabajo en equipo en proyectos medioambientales, independientemente de la ubicación. Esta flexibilidad significa que los estudiantes pueden trabajar juntos en sus hogares, lo que permite un enfoque más inclusivo del aprendizaje. El intercambio de documentos e ideas en tiempo real fomenta un entorno de aprendizaje interactivo, mejorando así la participación de los estudiantes en temas medioambientales.

En resumen, las herramientas TIC no solo mejoran la comunicación entre estudiantes, educadores y miembros de la comunidad, sino que también promueven la colaboración para enfrentar los desafíos ambientales. Ismail (2024) indica que las asociaciones exitosas conducen a una

educación en sostenibilidad más efectiva, ya que dependen de una comunicación y cooperación sólidas. Mediante el uso de las TIC, los participantes aumentan su impacto colectivo y pueden lograr resultados más significativos en la promoción de prácticas sostenibles. Estas herramientas crean un camino hacia experiencias y conocimientos compartidos que, en última instancia, conducen a estudiantes y comunidades más comprometidos y conscientes del medio ambiente.

2.9. Desafíos en la integración de las TIC en la educación ambiental

La integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación ambiental presenta varios desafíos. Comprender estas barreras es esencial para una implementación efectiva destinada a promover la conciencia ambiental y las prácticas sostenibles entre los estudiantes y las comunidades.

Un desafío importante relacionado con la adopción de las TIC en los entornos educativos es la falta de infraestructura. Muchas escuelas, especialmente en áreas remotas o vulnerables, no cuentan con el apoyo tecnológico necesario, como un acceso confiable a Internet o dispositivos modernos. Timotheou et al. (2023) enfatizan que sin un acceso constante a la tecnología, los estudiantes y educadores no pueden comprometerse completamente con las herramientas TIC diseñadas para mejorar la educación ambiental. Esta falta de infraestructura a menudo deja frustrados a profesores y estudiantes, lo que limita su participación en importantes iniciativas ambientales.

Además de los problemas de infraestructura, también hay desafíos tecnológicos. Ratheeswari (2018) enfatiza que es posible que los docentes no estén debidamente capacitados para usar las herramientas de las TIC, lo que resulta en métodos de enseñanza ineficaces. Si los educadores no se sienten cómodos con la tecnología, es posible que no puedan transmitir las habilidades o conocimientos necesarios a sus estudiantes. Además, los estudiantes pueden tener diferentes niveles de alfabetización digital, lo que puede crear disparidades en la participación y los resultados del aprendizaje. Esta división tecnológica puede disminuir el papel de las TIC en la promoción de iniciativas de educación ambiental y sostenibilidad.

Los desafíos relacionados con las políticas también influyen en la lenta adopción de las TIC en la educación ambiental. Las políticas educativas a menudo no priorizan la integración de la tecnología en los planes de estudio ambientales. Tal como señalan Lawrence y Tar (2018), la ausencia de directrices claras puede limitar la adopción tecnológica, incluso cuando hay voluntad institucional. Los formuladores de políticas deben comprender la importancia de la sostenibilidad y la educación ambiental para promover el desarrollo de políticas de apoyo que impulsen el uso de las TIC en estas áreas.

Para superar estas barreras, se pueden proponer varias soluciones. En primer lugar, es crucial mejorar la infraestructura. Las escuelas deben trabajar para garantizar que todos los estudiantes tengan acceso confiable a Internet y tecnología. Las asociaciones con gobiernos locales, empresas y organizaciones sin fines de lucro podrían ayudar a proporcionar los recursos y la financiación necesarios. Además, es fundamental invertir en programas de formación docente enfocados en la integración efectiva de las TIC en la educación ambiental. Las iniciativas de desarrollo profesional pueden capacitar a los educadores para que aprovechen la tecnología de manera efectiva e involucren a los estudiantes en experiencias de aprendizaje significativas.

Por consiguiente, es necesario que la defensa esté en el plano de las políticas. La participación de los formuladores de políticas con pruebas de los beneficios de las TIC en la educación ambiental puede conducir a un mayor apoyo y financiación. El desarrollo de directrices claras y mejores prácticas para integrar las TIC en los planes de estudio puede ayudar a las escuelas a navegar por las complejidades de la adopción de la tecnología. Este enfoque estratégico puede garantizar que las TIC se conviertan en una parte fundamental de la educación ambiental en lugar de una aparición tardía.

En última instancia, abordar estos desafíos a través de estrategias específicas puede crear un entorno propicio para la adopción efectiva de las TIC en los entornos educativos. Los educadores, los estudiantes y las comunidades pueden aprovechar la tecnología para mejorar la educación ambiental y promover prácticas sostenibles, asegurando una generación más empoderada y consciente del medio ambiente.

3. CONCLUSIONES

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación ambiental ha mostrado resultados prometedores en diversos entornos educativos. Esta revisión de la literatura indica que las TIC pueden mejorar considerablemente la problemática de los estudiantes sobre problemas ambientales al tiempo que mejoran sus niveles de participación. Dichos hallazgos subrayan que las TIC no solo facilitan la comprensión conceptual, sino que también fomentan conductas participativas sostenidas (Yemini et al., 2023). Varios estudios señalan que cuando las herramientas TIC, como el software interactivo, las plataformas en línea y las aplicaciones móviles, se integran en el programa, promueven el aprendizaje activo y la colaboración entre los estudiantes. Por ejemplo, Murshed (2020) descubrió que las simulaciones digitales y los resultados virtuales han permitido a los estudiantes explorar sistemas ambientales complejos en un compromiso. Este tipo de aprendizaje activo es crucial porque promueve una comprensión más profunda de los problemas de sostenibilidad y anima a los estudiantes a reflexionar críticamente sobre sus entornos locales y globales.

Además, las TIC pueden servir de puente entre los estudiantes y sus comunidades, promoviendo una cultura de sostenibilidad más allá de la clase. Mediante el uso de plataformas de redes sociales y proyectos comunitarios, los estudiantes pueden compartir sus iniciativas ambientales e inspirar a otros a participar. Por ejemplo, Javaid et al. (2022) ilustraron cómo las iniciativas lideradas por los estudiantes, compartidas a través de las redes sociales no solo sensibilizaron, sino que también movilizaron el apoyo de la comunidad para las actividades ambientales locales. Estas conexiones ayudan a los estudiantes a ver el impacto del mundo real de su aprendizaje y les permiten convertirse en fabricantes cambiantes en sus comunidades.

Los resultados de esta revisión también ponen de relieve el potencial de las TIC para ofrecer experiencias educativas a medida que satisfagan diversas necesidades de aprendizaje. Esta adaptabilidad puede ayudar especialmente a estudiantes con diferentes capacidades y estilos de aprendizaje, lo que hace que la formación ambiental sea más inclusiva. Por ejemplo, las aplicaciones educativas diseñadas con elementos gamificados animan a los estudiantes que pueden luchar con los formatos de aprendizaje tradicionales a involucrarse con temas ambientales de una manera divertida e interactiva.

De cara al futuro, hay varias áreas clave para la investigación futura en TIC y educación ambiental. Una diferencia significativa identificada en la literatura es la falta de estudios longitudinales que evalúen los impactos a largo plazo de las TIC en las actitudes y el comportamiento de los estudiantes en términos de sostenibilidad (Murshed, 2020; Javaid et al., 2022). Comprender cómo la exposición temprana a las TIC en la educación ambiental afecta a los estudiantes a lo largo del tiempo podría ayudar a mejorar las estrategias y prácticas educativas.

Además, las investigaciones futuras deberían explorar la viabilidad y la eficiencia de la integración de una mayor variedad de tecnologías educativas en diferentes contextos educativos. Esto incluye examinar cómo se pueden armonizar las diversas herramientas de TIC para promover un enfoque integrado de la educación sostenible. Los centros de enseñanza también deben tener en cuenta los diversos contextos geográficos y culturales que influyen en la forma en que se utilizan las TIC en la educación ambiental, garantizando que todos los estudiantes tengan el mismo acceso a estas tecnologías beneficiosas.

Para concluir, la literatura enfatiza el importante papel que juegan las TIC en el enriquecimiento de la educación ambiental, mejorando el compromiso de los estudiantes y promoviendo prácticas sostenibles. Al promover la cooperación y la participación de la comunidad, las TIC pueden ser una herramienta poderosa para dar forma a un futuro más sostenible. Una concentración continua en la investigación en este campo es esencial para crear las mejores prácticas que puedan implementarse en los sectores educativos, lo que en última instancia conduce a un cambio más amplio y duradero en la conciencia del medio ambiente y las acciones.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi especial agradecimiento a mi hermanita, cuya presencia y apoyo incondicional fueron fundamentales durante todo este proceso

REFERENCIAS

- Asongu, S. A., Le Roux, S. y Biekpe, N. (2018). Enhancing ICT for environmental sustainability in sub-Saharan Africa. *Technological Forecasting and Social Change*, 127, 209–216. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.022>
- Bai, B., Wang, J. y Chai, C. S. (2019). Understanding Hong Kong primary school English teachers' continuance intention to teach with ICT. *Computer Assisted Language Learning*, 34(4), 528–551. <https://doi.org/10.1080/09588221.2019.1627459>
- Barakabitze, A. A. et al. (2019). Transforming African education systems in STEM using ICTs: Challenges and opportunities. *Education Research International*, 2019, 6946809. <https://doi.org/10.1155/2019/6946809>
- Edsand, H. E. y Broich, T. (2020). The impact of environmental education on environmental and renewable energy technology awareness: Empirical evidence from Colombia. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(4), 611–634. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09988-x>

- Hernández Almanza, G. A. (2020). Metodología TIC en la enseñanza de educación ambiental para el desarrollo sostenible. *Educación y Ciudad*, 40, 129–146. <https://doi.org/10.36737/01230425.n40.2021.2461>
- Ismail, I. R. (2024). Enhancing environmental communication through education: Strategies for promoting sustainability. En *Proceedings of the 3rd International Conference on Educational Technology and Social Science (ICoETS 2024)* (p. 44). Springer Nature. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-331-3_5
- Janmaimool, P. y Khajohnmanee, S. (2019). Roles of environmental system knowledge in promoting university students' environmental attitudes and pro-environmental behaviors. *Sustainability*, 11(16), 4270. <https://doi.org/10.3390/su11164270>
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Suman, R. y Gonzalez, E. S. (2022). Understanding the adoption of Industry 4.0 technologies in improving environmental sustainability. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 203–217. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.01.008>
- Kiwonde, F. M. (2018). *Effectiveness of ICT teachers' training programmes in enhancing teaching and learning of environmental education in selected primary schools in Musoma District* (Tesis doctoral). The Open University of Tanzania. <http://repository.out.ac.tz/id/eprint/2297>
- Lawrence, J. E. y Tar, U. A. (2018). Factors that influence teachers' adoption and integration of ICT in teaching/learning process. *Educational Media International*, 55(1), 79–105. <https://doi.org/10.1080/09523987.2018.1439712>
- Lay, Y. F. (2019). Integrating environmental education and ICT. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(5), em1707. <https://doi.org/10.29333/ejmste/103039>
- Menon, S. y Suresh, M. (2020). Synergizing education, research, campus operations, and community engagements towards sustainability in higher education: A literature review. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(5), 1015–1051. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-03-2020-0089>
- Murshed, M. (2020). An empirical analysis of the non-linear impacts of ICT-trade openness on renewable energy transition, energy efficiency, clean cooking fuel access and environmental sustainability in South Asia. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(29), 36254–36281. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09497-3>
- Napal Fraile, M., Peñalva-Vélez, A. y Mendióroz Lacambra, A. M. (2018). Development of digital competence in secondary education teachers' training. *Education Sciences*, 8(3), 104. <https://doi.org/10.3390/educsci8030104>
- Ratheeswari, K. (2018). Information communication technology in education. *Journal of Applied and Advanced Research*, 3(1), 45–47. <https://www.researchgate.net/publication/325087961>
- Syahmani, S., Hafizah, E., Sauqina, S., bin Adnan, M. y Ibrahim, M. H. (2021). STEAM approach to improve environmental education innovation and literacy in waste management: Bibliometric research. *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education (IJO-LAE)*, 3(2), 130–141. <https://doi.org/10.23917/ijolae.v3i2.12782>
- Timotheou, S., Miliou, O., Dimitriadis, Y. et al. (2023). Impacts of digital technologies on education and factors influencing schools' digital capacity and transformation: A literature review. *Education and Information Technologies*, 28(6), 6695–6726. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11431-8>

- Yemini, M., Engel, L. y Ben Simon, A. (2023). Place-based education – a systematic review of literature. *Educational Review*, 77(2), 640–660. <https://doi.org/10.1080/00131911.2023.2177260>
- Zhang, C., Khan, I., Dagar, V., Saeed, A. y Zafar, M. W. (2022). Environmental impact of information and communication technology: Unveiling the role of education in developing countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 178, 121570. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121570>

Capítulo 12. Una gincana tecnológica multidisciplinar en la formación inicial de docentes

Alícia Martí-Climent

Universitat de València (España)

Resumen: Este capítulo presenta una propuesta didáctica innovadora enmarcada en el World Mobile City Project, una iniciativa internacional de geolocalización y tecnología móvil impulsada por el equipo LaceNet. La experiencia se basa en la *Valencianada* (#VLCda), una gincana urbana tecnológica organizada por la asociación Unentretants, dirigida a estudiantes de secundaria y bachillerato, que en 2023 incluyó por primera vez la participación de alumnado universitario. En concreto, 47 estudiantes del Grado de Maestro/a en Educación Primaria de la Universitat de València participaron en esta actividad, que combina medios clásicos con herramientas digitales como la geolocalización, la realidad aumentada, las redes sociales y el transporte público. El objetivo principal fue fomentar el conocimiento del patrimonio cultural de València, el uso del valenciano en contextos tecnológicos y el desarrollo de competencias digitales, comunicativas y sociales. Durante la jornada, el alumnado realizó tareas como entrevistas, *bookface*, análisis de barreras arquitectónicas y resolución de retos urbanos. Los resultados evidencian una valoración muy positiva por parte de los participantes, quienes destacaron la originalidad de la propuesta, el trabajo en equipo y el uso innovador del móvil, lo que refuerza la necesidad de incorporar metodologías activas, contextualizadas y colaborativas en la formación docente del siglo XXI.

Palabras clave: aprendizaje móvil, realidad aumentada, geolocalización, gamificación, formación docente

Abstract: This chapter presents an innovative educational proposal framed within the World Mobile City Project, an international initiative on geolocation and mobile technology promoted by the LaceNet team. The experience is based on the *Valencianada* (#VLCda), a technological urban scavenger hunt organized by the Unentretants association, originally aimed at secondary and high school students, which in 2023 included university students for the first time. Specifically, 47 students from the Primary Education Degree at the University of Valencia participated in this activity, which combines traditional methods with digital tools such as geolocation, augmented reality, social media, and public transportation. The main objective was to promote knowledge of Valencia's cultural heritage, the use of Valencian in technological contexts, and the development of digital, communicative, and social competences. Throughout the day, students carried out tasks such as interviews, bookface challenges, analysis of architectural barriers, and the resolution of urban challenges. The results show a highly positive evaluation by the participants, who highlighted the originality of the proposal, teamwork, and the innovative use of mobile devices—reinforcing the need to incorporate active, contextualized, and collaborative methodologies in 21st-century teacher education.

Keywords: mobile learning, augmented reality, geolocation, gamification, teacher training

1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje móvil se ha consolidado como una estrategia pedagógica clave para fomentar experiencias educativas más flexibles, contextualizadas y significativas. Según Álvarez Herrero (2018), el uso de dispositivos móviles fuera del aula en educación secundaria permite al alumnado explorar su entorno, conectar los contenidos curriculares con la vida cotidiana y desarrollar competencias digitales y comunicativas. Esta perspectiva se enmarca dentro del paradigma del aprendizaje ubicuo, donde el conocimiento se construye en cualquier momento y lugar gracias a la tecnología. En esta línea, Claros-Perdomo et al. (2020) destacan que la combinación de aprendizaje móvil, gamificación y realidad aumentada potencia la motivación, la retención de conocimientos y la comprensión de contenidos, generando experiencias de aprendizaje más significativas.

En este contexto, la geolocalización se presenta como una herramienta poderosa para el aprendizaje situado, ya que convierte el espacio urbano en un recurso didáctico. Gros y Forés (2013) destacan que el uso de la geolocalización en educación secundaria no solo mejora la comprensión del entorno, sino que también promueve la implicación activa del alumnado y el desarrollo de habilidades espaciales y tecnológicas. La geolocalización, entendida como la capacidad de localizar geográficamente un objeto, lugar o edificio, se ha convertido en una herramienta educativa de gran valor. Según Álvarez-Herrero (2014), esta tecnología permite desarrollar actividades como la geolocalización de recursos, el geoetiquetado o el geocaching, todas ellas orientadas a fomentar un aprendizaje activo y contextualizado. Entre los proyectos más destacados en este ámbito se encuentra *Barcelonada 2.0* (<http://barcelonada.cat>), una propuesta multidisciplinar que combina tecnología móvil y exploración urbana. También destacan iniciativas como *Callejeros literarios* (Fernández Campos et al., 2012), así como las rutas lingüísticas (Martí-Climent & García-Vidal, 2020) y literarias (Bataller, 2023) que vinculan la lengua y la literatura con el territorio. En este sentido, Bataller (2023) subraya que las rutas literarias se han consolidado como una herramienta clave para conectar literatura y espacio geográfico, permitiendo establecer vínculos emocionales y estéticos con el patrimonio cultural. Estas rutas, concebidas como propuestas didácticas, promueven la participación activa del alumnado mediante actividades previas y posteriores, integradas en secuencias didácticas completas (Ramos & Prats, 2019).

En paralelo, la realidad aumentada (RA) ha emergido como una tecnología educativa con un gran potencial transformador. Esta permite “añadir contenido virtual al contenido físico que percibimos con los sentidos” (Ojeda, p. 72), generando entornos de aprendizaje enriquecidos. Azuma (1997) identifica tres características fundamentales de la RA: la integración del mundo real y virtual, la interacción en tiempo real y la superposición espacial de los elementos. Estas propiedades la convierten en una herramienta idónea para fomentar la interactividad, la motivación y la implicación del alumnado (Lee et al., 2019, citado en Quilis-Quilis & Bataller-Català, 2025). Además, se ha demostrado que mejora la retención de conocimientos (Akçayir y Akçayir, 2017). En el ámbito del patrimonio, investigaciones como las de Chatzidimitris et al. (2013, citado en Quilis-Quilis & Bataller-Català, 2025) han evidenciado su capacidad para transmitir conocimientos históricos y culturales de forma innovadora, lo que refuerza su valor en propuestas como la *Valencianada*, donde se combina con la geolocalización para fomentar un aprendizaje activo, contextualizado y significativo.

Por otro lado, el juego, en sus múltiples formas, también se ha revelado como una herramienta poderosa para el aprendizaje. De Lange y De Waal (2009) analizan cómo los juegos urbanos digitales pueden transformar la manera en que las personas interactúan con el espacio público, especialmente a través del uso de tecnologías móviles y de geolocalización. En el marco de *The Mobile City Project*, estos autores sostienen que la ciudad se convierte en un espacio híbrido donde lo físico y lo digital se entrelazan, generando nuevas formas de interacción que pueden fomentar una ciudadanía más activa, crítica y creativa.

En este sentido, la gamificación se ha implementado como una metodología innovadora que propicia la implicación del alumnado en su proceso de enseñanza-aprendizaje, con el fin de motivarles y hacerles partícipes de forma activa (Pisabarro & Vivaracho, 2018; Corchuelo-Rodríguez, 2018; Contreras & Eguía, 2016). Además, se promueve el uso de las TIC no solo como herramientas de consumo, sino también como medios para la investigación, el desarrollo y la creación de material digital propio. En esta línea, Martí-Climent y García-Vidal (2021) proponen una experiencia didáctica en Educación Secundaria que combina gamificación y tecnologías digitales para fomentar la formación literaria del alumnado, demostrando cómo estas metodologías pueden integrarse eficazmente en propuestas educativas creativas y contextualizadas.

Ortiz-Colón et al. (2018) destacan que la gamificación aporta beneficios significativos en el ámbito educativo, entre los que se encuentran el aumento de la motivación, la inmersión que permite anticipar y planificar situaciones, el compromiso del alumnado y la socialización a través de la interacción. Asimismo, subrayan su impacto positivo en la mejora de la colaboración en el aula, en el fomento de emociones que favorecen el aprendizaje, y en el desarrollo de actitudes cooperativas entre compañeros. Estos autores también señalan la influencia de la gamificación en el desarrollo cognitivo del alumnado, así como en los procesos emocionales y de socialización que se generan a lo largo del proceso educativo. Por su parte, Contreras (2016, 2017) sostiene que esta metodología resulta especialmente eficaz cuando se orienta a animar al alumnado a avanzar en los contenidos de aprendizaje, influir en sus comportamientos y generar una motivación sostenida, lo que refuerza su valor como herramienta pedagógica.

En esta misma línea, Prieto-Andreu et al. (2022) aportan una revisión sistemática que confirma el impacto positivo de la gamificación en la motivación y el rendimiento académico del alumnado. Su estudio destaca que, cuando se implementa con un diseño pedagógico adecuado, la gamificación no solo incrementa la implicación del estudiantado, sino que también favorece el desarrollo de competencias clave, especialmente en contextos donde se integran tecnologías emergentes como la realidad aumentada o el aprendizaje móvil.

Todas estas estrategias convergen en el *World Mobile City Project* (WMCP), una iniciativa colaborativa de georeferenciación y tecnología móvil impulsada por el equipo LaceNet, con la colaboración de la Universitat Politècnica de Catalunya desde 2015. El proyecto nació en 2013 en Manresa, cuando un grupo de docentes diseñó una actividad de geolocalización en Barcelona utilizando dispositivos móviles y aplicaciones gratuitas. Desde entonces, el WMCP ha crecido en número de participantes y sedes, implementándose en distintas ciudades como Alcoi, Barcelona, Castelló de la Plana, Elx, Gasteiz, Igualada, Manresa, Terrassa, València, Valls y Xixona.

En este contexto, la *Valencianada* representa una adaptación local del WMCP. Esta gincana tecnológica multidisciplinar, organizada por la asociación Unentretants desde el curso 2014-2015, está dirigida principalmente a estudiantes de segundo ciclo de educación secundaria y de bachillerato. Su objetivo es fomentar el conocimiento del patrimonio cultural de la ciudad de València mediante la geolocalización de edificios y espacios emblemáticos, utilizando dispositivos móviles y aplicaciones gratuitas. La actividad se desarrolla en grupos reducidos (4 o 5 personas) y combina medios clásicos con tecnologías avanzadas como Google Maps, Life360, códigos QR, realidad aumentada y redes sociales (Instagram). A lo largo del recorrido, los estudiantes deben superar retos, responder preguntas relacionadas con los lugares visitados y compartir sus experiencias en redes sociales. Asimismo, aprenden a desplazarse por la ciudad utilizando el transporte público mediante la aplicación de la Empresa Municipal de Transportes de València (EMT) y a emplear el móvil con fines educativos y sociales.

Diversos estudios han analizado el impacto educativo de esta propuesta. López Sánchez y Ferrer Puchol (2015) destacan su valor como ejercicio de geolocalización que integra lengua, cultura y tecnología en un entorno urbano real. Por su parte, Ferrer Puchol (2017) subraya que el WMCP y la *Valencianada* favorecen el desarrollo de competencias clave y promueven procesos de aprendizaje más activos, contextualizados y significativos, gracias al uso de tecnologías móviles y metodologías participativas.

Los objetivos generales de esta propuesta incluyen la divulgación del patrimonio cultural valenciano, el establecimiento de puentes entre la enseñanza formal y no formal, y el fomento del uso del valenciano en relación con las tecnologías de la información y la comunicación. Aunque la actividad principal se concentra en una jornada, se complementa con tareas previas de preparación y un trabajo posterior de reflexión y evaluación. En 2023, esta experiencia se amplió al ámbito universitario con estudiantes del Grado de Maestro/a en Educación Primaria de la Universitat de València, quienes participaron en actividades como entrevistas, *bookface*, análisis de barreras arquitectónicas y creación de contenido multimedia.

2. OBJETIVOS

Este trabajo se enmarca en una experiencia de innovación docente desarrollada en el ámbito universitario, cuyo objetivo es analizar el impacto de una actividad de aprendizaje móvil basada en la geolocalización, la gamificación y el uso de tecnologías emergentes como la realidad aumentada (RA). La propuesta consiste en una gincana urbana tecnológica diseñada para que los estudiantes aprendan a localizar puntos emblemáticos de la ciudad de València combinando medios clásicos (tarjetas, mapas) con herramientas digitales (internet móvil, geolocalización, códigos QR, RA, redes sociales), aplicando el trabajo cooperativo en pequeños grupos.

El objetivo general es analizar el impacto de una propuesta didáctica basada en el aprendizaje móvil, la geolocalización y la realidad aumentada en el desarrollo de competencias comunicativas, digitales y sociales del alumnado universitario, así como en su conocimiento del patrimonio cultural de la ciudad de València. De forma más específica, se pretende fomentar el uso del valenciano en contextos tecnológicos y educativos reales; promover el conocimiento del patrimonio histórico, artístico, literario, científico y social de la ciudad; desarrollar la autonomía del alumnado en el uso del transporte público mediante herramientas digitales; estimular

el uso de dispositivos móviles con fines educativos y de interés social; potenciar el trabajo cooperativo y la resolución de problemas en entornos urbanos reales; y evaluar la percepción del alumnado sobre el uso de tecnologías emergentes en contextos de aprendizaje no formal.

A partir de estos objetivos, se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿Qué percepción tiene el alumnado sobre la utilidad educativa de la actividad basada en geolocalización y realidad aumentada? ¿En qué medida esta experiencia contribuye al conocimiento del patrimonio cultural valenciano? ¿Qué competencias comunicativas, digitales y sociales se desarrollan a través de esta propuesta? ¿Qué dificultades técnicas o logísticas encuentran los estudiantes durante la actividad? ¿Cómo valoran los estudiantes el uso del valenciano en un entorno tecnológico y urbano?

3. MÉTODO

El presente estudio adopta un enfoque metodológico de tipo descriptivo y exploratorio, basado en un estudio de caso, con el objetivo de analizar el impacto de una propuesta didáctica innovadora en el desarrollo de competencias clave en el alumnado universitario. La investigación se deriva de la implementación de una actividad de aprendizaje móvil, centrada en la geolocalización, la gamificación y el uso de tecnologías emergentes como la realidad aumentada (RA), conocida como *Valencianada*.

Este apartado se estructura en tres subapartados que permiten contextualizar y comprender el desarrollo de la experiencia didáctica. En primer lugar, se presenta el contexto y los participantes, detallando el perfil del alumnado implicado y el marco institucional en el que se llevó a cabo la actividad. A continuación, se ofrece una breve descripción de la experiencia, en la que se explican las dinámicas, herramientas tecnológicas y objetivos pedagógicos de la propuesta. Finalmente, se describen los instrumentos de evaluación utilizados para valorar el impacto de la actividad, tanto desde una perspectiva formativa como investigadora.

3.1. Contexto y participantes

La experiencia se llevó a cabo el 16 de febrero de 2023 con un total de 47 estudiantes del tercer curso del Grado de Maestro/a en Educación Primaria de la Universitat de València, en el marco de la asignatura *Desarrollo de las habilidades comunicativas en contextos multilingües* que se imparte en el segundo semestre. Esta actividad forma parte de un proyecto de innovación docente titulado “*La tecnología educativa en l’ensenyament de la llengua i la literatura a l’àmbit universitari*” (UV-SFPIE_PID-2073736), impulsado por el Vicerrectorado de Ordenación Académica y Profesorado, y desarrollado durante el curso 2022-2023. El rango de edad de los participantes oscilaba entre los 21 y 25 años, con una distribución de género del 78,7% de mujeres y el 21,3% de hombres.

Durante la jornada, los estudiantes recorrieron de forma autónoma las calles de València en grupos de 4 o 5 personas, sin acompañamiento del profesorado, realizando diversas actividades como entrevistas, *bookface*, análisis de barreras arquitectónicas, entre otras. Cada grupo debía localizar cinco puntos de interés cultural, histórico o artístico, resolver retos y documentar su experiencia mediante publicaciones en Instagram con las etiquetas #VLCda23 y #WMCP23.

Esta propuesta se alinea con el desarrollo de competencias clave que los futuros docentes deben adquirir a lo largo del grado universitario y que se trabajan específicamente en esta asignatura. Entre ellas se encuentran la capacidad de expresarse oralmente y por escrito de forma adecuada en valenciano, el uso competente de las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas habituales de trabajo, la promoción del trabajo cooperativo junto con el esfuerzo individual, y la habilidad para trabajar en equipo. Asimismo, se fomenta la comprensión de la observación sistemática como instrumento fundamental para reflexionar sobre la práctica educativa y contribuir a la innovación, así como la integración de contenidos curriculares mediante recursos provenientes de los medios de comunicación y las TIC.

3.2. Breve descripción de la experiencia

La actividad consistió en una gincana urbana por la ciudad de València, en la que los participantes, organizados en pequeños grupos, debían localizar puntos de interés cultural, histórico y artístico, resolver retos y documentar su experiencia mediante el uso de dispositivos móviles y redes sociales.

Para el desarrollo de la actividad se utilizaron diversos instrumentos tecnológicos y metodológicos. En primer lugar, se emplearon tarjetas físicas con códigos QR y elementos de RA que guiaban a los estudiantes hacia los lugares seleccionados. Estas tarjetas contenían información y retos relacionados con el patrimonio valenciano, que debían resolverse en el lugar correspondiente. La RA incorporaba elementos de gamificación que aumentaban la motivación del alumnado.

Durante el recorrido, los grupos realizaron tareas variadas que combinaban creatividad, observación crítica y comunicación. Entre ellas, destacamos la creación de *bookfaces*, en los que el alumnado integraba portadas de libros con su entorno urbano; el análisis de barreras arquitectónicas, con la finalidad de fomentar la reflexión sobre la accesibilidad en el espacio público; entrevistas espontáneas a personas que se encontraban en la calle, con el objetivo de practicar la comunicación en valenciano e indagar en el uso de la lengua por parte de las personas entrevistadas; y la elaboración de contenidos sobre escritores, obras literarias y edificios emblemáticos de la ciudad.

Los desplazamientos se realizaron en transporte público, utilizando la aplicación de la EMT, y el profesorado pudo hacer un seguimiento en tiempo real de la ubicación de los grupos mediante herramientas de geolocalización como Life360. La verificación de la visita a los lugares se realizó mediante selfies, fotografías y vídeos publicados en redes sociales.

Los objetivos pedagógicos de esta propuesta están estrechamente vinculados al desarrollo de competencias clave en el alumnado universitario, con especial énfasis en el ámbito de la formación docente. La actividad tiene como propósito principal fomentar el conocimiento del patrimonio cultural valenciano a través de una exploración activa de los espacios históricos, artísticos, literarios, científicos y sociales que ofrece la ciudad de València. Al mismo tiempo, se busca promover el uso del valenciano en contextos reales y tecnológicos, integrándolo de manera natural en situaciones comunicativas auténticas.

Además, se pretende desarrollar la competencia digital mediante el uso educativo de dispositivos móviles, aplicaciones de geolocalización, herramientas de realidad aumentada y redes sociales. Esta experiencia también estimula la autonomía del alumnado en el desplazamiento

urbano, incentivando el uso del transporte público y la planificación de rutas por la ciudad. A su vez, se potencia el trabajo cooperativo, la resolución de problemas y la toma de decisiones en grupo, todo ello en un entorno urbano real que enriquece el aprendizaje.

La propuesta favorece un aprendizaje experiencial y significativo, al conectar los contenidos curriculares con el entorno inmediato del alumnado, y promueve una reflexión crítica sobre el uso de la tecnología en la educación, con vistas a su aplicación en futuras prácticas docentes.

3.3. Instrumentos de evaluación de la experiencia utilizados

Para la evaluación de la experiencia se utilizaron dos instrumentos principales: un cuestionario final administrado a través de la plataforma Socrative, que permitió recoger información cualitativa y cuantitativa sobre la percepción del alumnado, y una rúbrica de evaluación diseñada por el profesorado, que contemplaba el trabajo previo, el desarrollo de la actividad y la reflexión posterior. Estos instrumentos permitieron obtener una visión global de la experiencia desde la perspectiva del alumnado, así como valorar el grado de consecución de los objetivos didácticos planteados: el conocimiento del patrimonio cultural valenciano, el uso del valenciano en contextos tecnológicos, la autonomía en el desplazamiento urbano y el uso educativo de los dispositivos móviles.

El cuestionario final (Tabla 1), realizado a través de la plataforma Socrative, incluía preguntas cerradas y abiertas que permitían recoger información sobre la experiencia del alumnado en relación con aspectos como la accesibilidad de los puntos asignados, los medios de transporte utilizados, el funcionamiento de la RA, las actividades más valoradas, el análisis de barreras arquitectónicas, las rutas temáticas seguidas (artística, científica, histórica, literaria, social o tecnológica) y los lugares visitados según su carácter (científico, histórico, artístico o social). También se incluyeron preguntas sobre actividades vinculadas a autores y autoras, así como una pregunta abierta para expresar impresiones generales sobre la actividad.

Tabla 1. Cuestionario final.

Preguntas	
1.	El teu centre (Nom i Localitat)
2.	Correu electrònic
3.	Heu trobat fàcilment els llocs on hàviem d'anar?
4.	Heu anat només a peu?
5.	Indica, d'acord amb l'itinerari que heu seguit, els llocs en què heu estat
6.	Us ha funcionat bé l'aplicació de Realitat Augmentada? Alguna dificultat?
7.	Quina activitat us ha semblat més interessant?
8.	Heu localitzat alguna barrera arquitectònica? Heu fet l'activitat? Quantes vegades?
9.	Assenyala quins elements de les rutes marcades ha seguit especialment el teu grup
10.	Heu fet alguna activitat sobre escriptors o escriptores? Indica el nom de l'autora o autor.
11.	Quins llocs de caràcter científic o tecnològic heu visitat? Quin us ha semblat més interessant?

Preguntas	
12.	Quins llocs de caràcter històric o artístic heu visitat? Quin us ha semblat més interessant?
13.	Quins llocs de caràcter social heu visitat? Quin us ha semblat més interessant?
14.	Finalment, conteu breument la vostra impressió de l'activitat

Este cuestionario permitió obtener una visión global de la experiencia desde la perspectiva del alumnado, así como valorar el grado de consecución de los objetivos didácticos planteados. Además, se utilizó una rúbrica de evaluación diseñada por el profesorado, estructurada en tres bloques: el trabajo previo (instalación y prueba de aplicaciones, lectura de instrucciones, documentación previa), el desarrollo de la actividad (planificación de la ruta, cumplimiento de tareas, calidad de las producciones, implicación y trabajo en equipo, gestión del tiempo) y el trabajo posterior (realización del cuestionario, aportación personal reflexiva y valoración del logro de los objetivos). Esta rúbrica permitió una evaluación formativa y continua, centrada tanto en el proceso como en los productos generados por el alumnado.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos a través del cuestionario final en Socrative y las valoraciones cualitativas del alumnado reflejan una experiencia altamente positiva, tanto desde el punto de vista formativo como emocional. La mayoría de los estudiantes destacaron el carácter innovador y motivador de la actividad, así como su utilidad para conocer mejor la ciudad de València y aplicar competencias digitales en un contexto real. Muchos valoraron especialmente el uso de herramientas como Google Maps o la RA para orientarse y resolver retos, señalando que *“amb l'aplicació de Maps ens va resultar molt fàcil i arribàrem sense cap tipus de problema”*.

El componente lúdico y colaborativo también fue muy bien recibido. Los participantes subrayaron que la actividad fomentó el trabajo en equipo, la interacción social y el descubrimiento de espacios urbanos desconocidos: *“Hem descobert llocs bonics on no havíem estat abans; a més, hem après com manejar els transports”*. Asimismo, se valoró la dimensión cultural de la propuesta, al permitir visitar edificios emblemáticos como la Llotja o el Palau del Marqués de Dosaigües, que muchos no conocían previamente.

Durante la jornada, el alumnado llevó a cabo diversas tareas diseñadas para fomentar la observación crítica, la creatividad y la interacción con el entorno. Entre ellas, destacó la realización de *bookface*, una actividad que consistía en integrar portadas de libros con el entorno urbano o con los propios participantes, promoviendo la creatividad visual y el uso del valenciano en contextos digitales. Otra tarea relevante fue el análisis de barreras arquitectónicas, que permitió al alumnado reflexionar sobre la accesibilidad del espacio urbano y desarrollar una mirada inclusiva y crítica sobre la ciudad. Estas actividades, además de reforzar competencias comunicativas y digitales, favorecieron la conciencia social y el compromiso con la diversidad.

Además del cuestionario final y las valoraciones cualitativas, se utilizó una rúbrica de evaluación diseñada por el profesorado para realizar un seguimiento formativo y continuo del

proceso. Los resultados obtenidos a través de esta herramienta evidenciaron un alto grado de implicación del alumnado en todas las fases de la experiencia. En el bloque de trabajo previo, la mayoría de los grupos mostró una preparación adecuada, lo que facilitó el desarrollo fluido de la actividad. Durante la ejecución, se observó una planificación eficaz de las rutas, una participación activa en las tareas propuestas y una notable calidad en las producciones compartidas en redes sociales. Finalmente, en el trabajo posterior, las reflexiones del alumnado pusieron de manifiesto una comprensión profunda de los objetivos de la actividad y una valoración positiva de su utilidad formativa.

En relación con las preguntas de investigación, los datos recogidos permiten profundizar en varios aspectos clave. En cuanto a la percepción del alumnado sobre la utilidad educativa de la actividad basada en geolocalización y realidad aumentada, se evidenció una valoración muy positiva, destacando su capacidad para conectar el aprendizaje con el entorno urbano y fomentar la participación activa. Respecto al conocimiento del patrimonio cultural valenciano, la mayoría del alumnado manifestó haber ampliado su conocimiento sobre espacios históricos y artísticos de la ciudad, lo que refuerza el valor formativo de la propuesta.

En lo que se refiere al desarrollo de competencias, la experiencia contribuyó significativamente al fortalecimiento de habilidades comunicativas, especialmente en valenciano, así como al uso eficaz de herramientas digitales y a la mejora de las competencias sociales, como la cooperación, la toma de decisiones en grupo y la resolución de problemas. También se identificaron algunas dificultades técnicas o logísticas, como problemas puntuales con la conectividad o el funcionamiento de ciertas aplicaciones, aunque estas incidencias no afectaron de forma significativa a la experiencia global y, en muchos casos, fueron resueltas de manera autónoma por los propios grupos.

Por último, la valoración del uso del valenciano en un entorno tecnológico y urbano fue muy positiva. El alumnado destacó que la actividad les permitió utilizar la lengua en contextos reales y significativos, lo que reforzó su competencia lingüística y su confianza en su uso en situaciones cotidianas y profesionales.

En conjunto, el alumnado consideró la actividad divertida, útil y recomendable, destacando que *“ha sigut una experiència molt útil per a aprendre a usar el mòbil i orientar-se, i a més divertida”*. Estas valoraciones refuerzan el valor pedagógico de la propuesta y su potencial para ser replicada en otros contextos educativos y territoriales. Los resultados de esta experiencia didáctica muestran su interés para la formación de los futuros docentes, ya que la competencia digital es esencial en un mundo cada vez más tecnológico y conectado, por lo que se debe fomentar la innovación pedagógica y el aprendizaje colaborativo, así como promover un entorno de aprendizaje dinámico y adaptado a las necesidades del siglo XXI. La valoración final destacó la originalidad de la propuesta, la eficacia del trabajo en equipo y el uso innovador del móvil como herramienta educativa.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las conclusiones de esta experiencia didáctica permiten afirmar que la integración de tecnologías móviles, geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos reales no solo es viable, sino altamente enriquecedora para la formación inicial del profesorado. La actividad de-

sarrollada ha demostrado ser eficaz para fomentar el aprendizaje activo, el trabajo cooperativo y el desarrollo de competencias digitales, comunicativas y sociales en el alumnado universitario. Además, ha contribuido significativamente al conocimiento del patrimonio cultural de la ciudad de València y al uso del valenciano en entornos tecnológicos, cumpliendo así con los objetivos planteados.

La valoración positiva por parte de los estudiantes, tanto en los cuestionarios como en sus comentarios espontáneos, refuerza la pertinencia de este tipo de propuestas en la formación docente. La posibilidad de aplicar conocimientos en un entorno urbano real, utilizando herramientas digitales con fines educativos, ha sido percibida como motivadora, útil y transferible a otros contextos. Asimismo, la actividad ha favorecido la autonomía del alumnado en el uso del transporte público y en la gestión de tareas en grupo.

Estos resultados se alinean con lo expuesto en el marco teórico. Por un lado, confirman lo señalado por Ortiz-Colón, Jordán y Agredal (2018) sobre el potencial de la gamificación para fomentar la motivación, la interacción social y el desarrollo de competencias clave. También coinciden con Contreras (2016, 2017), quien subraya la eficacia de estas metodologías cuando se orientan a generar motivación y facilitar el progreso en el aprendizaje.

Además, la experiencia respalda las aportaciones de Álvarez Herrero (2018), al demostrar que el aprendizaje móvil fuera del aula permite conectar los contenidos curriculares con la vida cotidiana, favoreciendo un aprendizaje más contextualizado y significativo. La actividad se inscribe claramente en el paradigma del aprendizaje ubicuo, donde el conocimiento se construye en cualquier momento y lugar gracias a la tecnología.

La geolocalización, como herramienta de aprendizaje situado, ha permitido transformar el espacio urbano en un recurso didáctico, tal como proponen Gros y Forés (2013) y Álvarez-Herrero (2014). La identificación y exploración de puntos de interés cultural, junto con la resolución de retos en el entorno urbano, ha favorecido la implicación activa del alumnado y el desarrollo de habilidades espaciales y tecnológicas.

Asimismo, el uso de la realidad aumentada ha enriquecido la experiencia al superponer información digital sobre el entorno físico, generando un aprendizaje más inmersivo e interactivo. En línea con Azuma (1997) y Lee et al. (2019, citados en Quilis-Quilis & Bataller-Català, 2025), esta tecnología ha contribuido a aumentar la motivación y la retención de conocimientos, especialmente en relación con el patrimonio cultural.

Finalmente, la propuesta se vincula con experiencias previas como *Barcelonada 2.0*, *Callejeros literarios* o las rutas lingüísticas y literarias (Martí-Climent & Garcia-Vidal, 2020; Bataller, 2023), que han demostrado el valor pedagógico de conectar el territorio con la lengua y la cultura. En este sentido, la actividad realizada no solo ha promovido el aprendizaje activo, sino también el vínculo emocional y estético con el entorno, reforzando la dimensión cultural y lingüística de la formación docente.

En definitiva, esta experiencia pone de manifiesto la necesidad de seguir promoviendo metodologías activas e innovadoras en la universidad, que conecten el aprendizaje con la realidad del entorno y preparen a los futuros docentes para afrontar los retos educativos del siglo XXI con creatividad, competencia digital y compromiso social.

REFERENCIAS

- Akçayır, M. y Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: a systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Álvarez Herrero, J. F. (2018). Aprendizaje móvil fuera del aula en educación secundaria. En E. López-Meneses, D. Cobos-Sanchiz, A.H. Martín-Padilla, L. Molina-García & A. Jaén-Martínez (Eds.). *Experiencias pedagógicas e innovación educativa. Aportaciones desde la praxis docente e investigadora* (pp. 937–943). Octaedro. <https://acortar.link/ujZbbK>
- Álvarez Herrero, J. F. (2014). Realidad aumentada. En F. Trujillo (Coord.). *Artefactos digitales* (pp. 37–39). Graó.
- Bataller-Català, A. (2023). Experiencias didácticas en rutas literarias: patrimonio, turismo literario y nuevas tecnologías. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 32, 231–249. <https://doi.org/10.18172/con.5658>
- Claros-Perdomo, D. C., Millán-Rojas, E. E. y Gallego-Torres, A. P. (2020). Use of augmented reality, gamification and m-learning. *Revista Facultad de Ingeniería*, 29(54). <https://doi.org/10.19053/01211129.v29.n54.2020.12264>
- Contreras, R. S. (2016). Elementos de juego y motivación: reflexiones entorno a una experiencia que utiliza gamificación en una asignatura de grado para Game Designers. En R. S. Contreras y J. L. Eguia (Eds.). *Gamificación en aulas Universitarias* (pp. 55–66). Universitat Autònoma de Barcelona.
- Contreras, R. S. (2017). Gamificación en escenarios educativos. Revisando literatura para aclarar conceptos. En R. S. Contreras y J. L. Eguia (Eds.). *Experiencias de gamificación en aulas* (pp. 11–17). Universitat Autònoma de Barcelona.
- Contreras, R. S. y Eguía, J. (eds.) (2016). *Gamificación en las aulas universitarias*. Universitat Autònoma de Barcelona. <https://acortar.link/fRzmPD>
- Corchuelo-Rodríguez, C. A. (2018). Gamificación en educación superior: experiencia innovadora para motivar estudiantes y dinamizar contenidos en el aula. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 63, 29–41. <https://doi.org/10.21556/edutec.2018.63.927>
- de Lange, M. y de Waal, M. (2009). The Mobile City project and urban gaming. *Second Nature: International Journal of Creative Media*, 1(2), 160–169. <https://www.researchgate.net/publication/255652982>
- Fernández Campos, A., González Mendizábal, I. y Pérez Gómez, M. del M. (2012). Callejeros literarios: una propuesta para la educación literaria. *Revista Iberoamericana De Educación*, 59, 157–167. <https://doi.org/10.35362/rie590461>
- Ferrer Puchol, V. (2017). Nuevas tecnologías, competencia y procesos de aprendizaje. La experiencia del WMCP y la Valencianada. *ReVisión*, 10(2), 79–83.
- Gros, B. y Forés, A. (2013). El uso de la geolocalización en educación secundaria para la mejora del aprendizaje situado. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*, 12(2), 41–53. <http://hdl.handle.net/10662/937>
- López Sánchez, F. J. y Ferrer Puchol, V. (2015). Un exercici de geolocalització: Valencianada 2015. *Articles de Didàctica de la Llengua i de la Literatura*, 67, 16–22.
- Martí-Climent, A. y Garcia-Vidal, P. (2020). *DidàTICs. Projectes de llengua i literatura per a l'aula de Secundària*. Bromera.

- Martí-Climent, A. y García-Vidal, P. (2021). Gamificación y TIC en la formación literaria. Una propuesta didáctica innovadora en Educación Secundaria. *Didáctica. Lengua y Literatura*, 33, 109–120. <https://doi.org/10.5209/dida.77660>
- Ojeda, D. (2014). Realidad aumentada. En F. Trujillo (Coord.). *Artefactos digitales* (pp. 72–75). Graó.
- Ortiz-Colón, A. M., Jordán, J. y Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa: Revista da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo*, 44. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634201844173773>
- Pisabarro Marrón, A. M. y Vivaracho Pascual, C. E. (2018). Gamificación en el aula: gincana de programación. *ReVisión*, 11(1), 85–93.
- Prieto-Andreu, J. M., Gómez-Escalonilla-Torrijos, J. D. y Said-Hung, E. (2022). Gamificación, motivación y rendimiento en educación: Una revisión sistemática. *Revista Electrónica Educare*, 26(1), 251–273. <https://doi.org/10.15359/ree.26-1.14>
- Quilis-Quilis, A. y Bataller-Català, A. (2025). Realitat augmentada i multimodalitat en itineraris literaris: un estudi de cas a partir de Xàtiva de Vicent Andrés Estellés i l'app RuTIC. *Ítaca. Revista de Filologia*, (16), 187–214. <https://doi.org/10.14198/itaca.29452>
- Ramos, J. M. y Prats, M. (2019). Procés de creació d'un protocol d'anàlisi de rutes literàries des de la perspectiva de la didàctica de la llengua i la literatura. *Didacticae*, 5, 99–114. <https://doi.org/10.1344/did.2019.5.99-114>

Capítulo 13. Influencia del diseño de prompts en la mitigación de sesgos de género en imágenes generadas por inteligencia artificial

María Asunción Vicente Ripoll

César Fernández Peris

Universidad Miguel Hernández (España)

Resumen: Este capítulo presenta los resultados preliminares del Proyecto «LENA», una investigación interdisciplinaria centrada en los sesgos de género en imágenes generadas por plataformas de inteligencia artificial generativa (IAG) como DALL·E, Flux AI, Stable Diffusion y Midjourney. Mediante un enfoque metodológico mixto –que combina diseño experimental de prompts, análisis visual cualitativo-cuantitativo y evaluación crítica– se identifican los mecanismos que reproducen y amplifican estereotipos de género en estas herramientas. La investigación examina cómo la formulación de los prompts, las características técnicas de las plataformas y los datos de entrenamiento influyen en la aparición de sesgos. Los hallazgos iniciales muestran que estrategias como el uso de prompts inclusivos, la diversificación de los conjuntos de datos y la formación crítica de usuarios pueden mitigar dichos sesgos, favoreciendo representaciones visuales más equitativas. El capítulo concluye con recomendaciones para un uso ético y responsable de la IAG, con énfasis en su aplicación educativa. Además, se subraya la importancia de promover la alfabetización digital crítica, la transparencia algorítmica y una perspectiva feminista interseccional para fomentar una cultura digital inclusiva y capacitar a docentes y estudiantes en un uso reflexivo y transformador de estas tecnologías.

Palabras clave: tecnología educativa, prejuicios sexistas, ai generativa, inteligencia artificial

Abstract: This chapter presents preliminary findings from the LENA Project, an interdisciplinary investigation focused on gender bias in images generated by generative artificial intelligence (GAI) platforms such as DALL·E, Flux AI, Stable Diffusion y Midjourney. Employing a mixed-methods approach—combining experimental prompt design, qualitative-quantitative visual analysis, and critical evaluation—the study identifies the mechanisms through which these tools reproduce and amplify gender stereotypes. The research examines how prompt formulation, technical features of the platforms, and training datasets influence the manifestation of bias. Initial results indicate that strategies such as the use of inclusive prompts, diversification of training data, and user awareness can significantly mitigate these biases, promoting more equitable visual representations. The chapter concludes with practical recommendations for the ethical and responsible use of GAI, particularly in educational settings. Furthermore, it underscores the importance of fostering critical digital literacy, algorithmic transparency, and an intersectional feminist perspective as essential components for cultivating an inclusive digital culture. This approach aims to empower educators and students to engage with these technologies in a reflective and transformative manner.

Keywords: educational technology, gender bias, generative ai, artificial intelligence

1. INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial generativa (IAG) ha evolucionado desde los primeros experimentos con redes generativas adversarias (GANs) en 2014 (Goodfellow, 2014) hasta los sofisticados modelos de difusión actuales (Ho, 2020).

Esta trayectoria ha permitido que herramientas populares como DALL·E, Flux AI, Stable Diffusion y Midjourney se integren en diversos ámbitos, incluido el educativo, donde los docentes las utilizan para crear recursos visuales personalizados, desde diagramas científicos hasta ilustraciones narrativas. Parte del éxito de estas plataformas radica en su accesibilidad a través de entornos conversacionales ampliamente difundidos: DALL·E ha sido incorporado en ChatGPT, lo que ha facilitado su adopción masiva por parte de profesorado y estudiantes; por su parte, Flux AI se integra en el modelo GROK, promovido por plataformas tecnológicas emergentes, lo que ha contribuido igualmente a su popularidad en la actualidad. A estas dos se suman otras herramientas influyentes como Midjourney, una plataforma de generación de imágenes que se ha consolidado en comunidades creativas por su capacidad estilizada y su acceso mediante interfaces conversacionales como Discord, lo que ha incentivado su uso entre diseñadores, artistas y educadores. Asimismo, Stable Diffusion, destaca por su carácter de código abierto, lo que ha permitido una amplia personalización, integración en otras aplicaciones y experimentación académica.

Sin embargo, la democratización de estas tecnologías plantea desafíos éticos, especialmente en lo que respecta a la reproducción de sesgos de género que pueden influir en la formación de estereotipos entre los estudiantes. En este contexto, el proyecto «LENA», que aquí presentamos, adopta un enfoque crítico para analizar cómo los prompts textuales y los datos de entrenamiento moldean las representaciones visuales, ofreciendo una guía para su uso responsable en las aulas.

1.1. Mecanismos de generación de imágenes de las plataformas de IAG: DALL-e y Flux AI

Para comprender el funcionamiento de las plataformas de IAG en la creación de imágenes, resulta útil conceptualizarlas como sistemas que integran la capacidad de un artista digital con un vasto repositorio de conocimiento visual. Estas plataformas convierten instrucciones textuales, conocidas como *prompts*, en representaciones visuales coherentes. Pero, ¿cómo se logra este proceso desde una perspectiva técnica?

Las cuatro plataformas analizadas en este proyecto emplean modelos de difusión, una arquitectura de inteligencia artificial diseñada para generar imágenes a partir de ruido aleatorio (Ho, 2020). Este proceso se inicia con una imagen caótica, similar a la estática de un televisor sin señal, que se transforma progresivamente mediante un procedimiento de «difusión inversa». En este, el modelo elimina el ruido de manera iterativa, refinando la imagen hasta que emerge una representación visual que corresponde al *prompt* proporcionado. Este enfoque se basa en redes neuronales profundas entrenadas con conjuntos masivos de datos, que incluyen millones de imágenes asociadas a descripciones textuales.

Cuando un usuario introduce un *prompt*, como por ejemplo: “una profesora de matemáticas frente a una pizarra”, el modelo aprovecha los patrones visuales aprendidos durante su entre-

namiento para predecir y generar la imagen deseada. Este proceso iterativo implica múltiples pasos, a menudo decenas o cientos, en los que la red neuronal ajusta los píxeles para alinear la imagen con la descripción textual. La capacidad de Flux AI para producir resultados precisos radica en su entrenamiento exhaustivo, que le permite identificar y replicar correlaciones entre texto e imágenes.

Una característica distintiva de estos modelos es su capacidad para ajustar atributos visuales específicos, como género, edad, etnia o expresiones faciales, mediante parámetros explícitos. Esta funcionalidad se logra a través de un proceso de *fine-tuning*, en el que el modelo se optimiza con conjuntos de datos etiquetados que permiten un control granular sobre las características de la imagen generada. Por ejemplo, un *prompt* como “*una mujer asiática sonriente de aproximadamente 40 años con gafas*” puede traducirse en una imagen que refleja con precisión estas especificaciones.

No obstante, esta capacidad de personalización plantea desafíos éticos y técnicos. Si bien permite generar imágenes diversas e inclusivas, también puede perpetuar o amplificar estereotipos si los *prompts* no se formulan con un enfoque crítico. Por ello, es imperativo analizar cómo estas plataformas de IAG interpretan y visualizan diferentes tipos de instrucciones textuales.

En el contexto educativo, comprender estas dinámicas resulta crucial para los docentes, ya que las herramientas de IAG pueden integrarse en entornos de aprendizaje para fomentar la creatividad y la inclusión, siempre que se utilicen con un enfoque ético y reflexivo. Así, el estudio de estas tecnologías no solo enriquece la práctica pedagógica, sino que también prepara a los educadores para navegar los desafíos de la inteligencia artificial en un mundo cada vez más digital.

1.2. Antecedentes en la evaluación de sesgos de género en las imágenes procedentes de plataformas de IAG

La irrupción de las tecnologías de IAG ha transformado la producción de contenido visual, pero también ha suscitado preocupaciones éticas significativas. Diversos estudios recientes han identificado sesgos persistentes de género y raza en los resultados de estas plataformas (AIDahoul, 2025; García-Ull, 2023; Gorska, 2023; Kalluri, 2024; Sun, 2024). Estos sesgos no son meramente técnicos, sino que reflejan y amplifican desigualdades sociales profundamente arraigadas en los conjuntos de datos utilizados para entrenar los modelos de IAG. En consecuencia, estas tecnologías no solo generan imágenes, sino que también perpetúan estereotipos visuales y refuerzan narrativas culturales preconcebidas sobre las representaciones de género.

En respuesta a estas problemáticas, el proyecto «LENA», financiado por el Ministerio de Igualdad de España y enmarcado en enfoques feministas de investigación, se propone identificar, cuantificar y mitigar los sesgos de género en imágenes generadas por IAG. Este proyecto emplea una metodología rigurosa que combina el diseño controlado de *prompts*, análisis visual cualitativo y cuantitativo, y estrategias evaluativas interdisciplinarias. Sus hallazgos demuestran que, si bien los sesgos de género son frecuentes, pueden mitigarse mediante enfoques de interacción intencionalmente inclusivos y éticos, promoviendo representaciones visuales más equitativas.

1.2.1. Conceptualización del sesgo de género en el ámbito de la IAG

El sesgo de género se define como cualquier forma de trato desigual, representación distorsionada o juicio parcial basado en el género de una persona. En el contexto de la inteligencia artificial generativa (IAG), estos sesgos se manifiestan tanto de forma explícita, a través de representaciones discriminatorias, como de forma implícita, mediante la reproducción de suposiciones culturales profundamente arraigadas que operan de manera inconsciente. Los algoritmos de IAG, al interpretar instrucciones textuales y transformarlas en contenido visual, tienden a perpetuar roles de género tradicionales, a marginalizar identidades no normativas y a reforzar estereotipos. Entre las manifestaciones más comunes de estos sesgos se identifican las siguientes: (a) estereotipos de rol, mediante representaciones que asocian a las mujeres con tareas domésticas o de cuidado, mientras que los hombres son retratados en posiciones de autoridad o técnicas, como ejecutivos o ingenieros; (b) desequilibrio numérico, expresado en la sobre o infrarepresentación de un género en determinadas profesiones, como la predominancia masculina en campos científicos o tecnológicos; (c) atributos físicos, en los que las mujeres aparecen con estándares de belleza restringidos, destacando juventud, delgadez y rasgos convencionalmente atractivos; (d) sexualización, observable en representaciones de mujeres con vestimenta o posturas sugerentes incluso cuando el prompt no lo especifica; y (e) emocionalidad y conducta, con hombres representados como serios, fuertes y resolutivos, frente a mujeres mostradas como emocionales, pasivas o dependientes.

1.2.2. Implicaciones sociales y culturales

Lejos de ser un fenómeno tecnológico aislado, los sesgos de género en las imágenes generadas por IAG tienen implicaciones sociales tangibles. Como señalan los recientes de estudios de **Al-Dahoul (2025)** y **Zhou (2024)**, estas plataformas tienden a replicar y, en ocasiones, amplificar desigualdades preexistentes. Por ejemplo, en contextos profesionales, los modelos generativos suelen representar a los hombres como médicos, ingenieros o científicos, mientras que las mujeres aparecen frecuentemente como enfermeras, secretarias o personal de apoyo. Esta división simbólica del trabajo no solo distorsiona la realidad, sino que también refuerza narrativas obsoletas que obstaculizan el progreso hacia la equidad de género.

Además, el trabajo de Kalluri (2024) destaca cómo los sesgos de género se entrecruzan con estereotipos raciales y geográficos. Por ejemplo, *prompts* genéricos como “África” generan imágenes asociadas con pobreza o fenotipos específicos vinculados a ciertas profesiones, lo que perpetúa visiones reduccionistas y estereotipadas. Estas intersecciones evidencian la complejidad de los sesgos en la IAG y la necesidad de abordarlos desde una perspectiva interseccional.

1.2.3. Proyecto «LENA»

El proyecto «LENA» adopta un enfoque crítico y feminista, reconociendo que la tecnología no es neutral, sino que está impregnada de los valores y sesgos inherentes a los conjuntos de datos con los que se entrena. Estos datos, a menudo recolectados de fuentes públicas como internet, reflejan estructuras culturales patriarcales y excluyentes que los algoritmos aprenden y replican.

Desde una perspectiva feminista interseccional (Crenshaw, 1989), el Proyecto «LENA» reconoce que los sesgos de género en la IAG no operan de forma aislada, sino que se entrelazan con otras formas de discriminación, como la raza y la clase. Por ejemplo, Kalluri (2024)

encontró que *prompts* genéricos como “un ingeniero” generan imágenes predominantemente de hombres blancos, mientras que representaciones de mujeres o personas no blancas suelen estar ausentes o estereotipadas. Esta dinámica se agrava en contextos no occidentales, donde los datos de entrenamiento, mayoritariamente recolectados de plataformas digitales dominadas por contenido eurocéntrico, producen imágenes que marginan identidades locales. En el ámbito educativo, estos sesgos pueden reforzar narrativas excluyentes en los materiales visuales utilizados en las aulas, afectando la autoestima y las aspiraciones de estudiantes de grupos subrepresentados.

Por ello, «LENA» no solo busca identificar y medir los sesgos, sino también desarrollar estrategias para mitigarlos. Entre estas estrategias se incluyen el diseño de *prompts* inclusivos, mediante la formulación de instrucciones textuales que eviten estereotipos y promuevan representaciones diversas; el reentrenamiento y *fine-tuning* de los modelos, ajustándolos con conjuntos de datos balanceados que prioricen la diversidad de género, etnia y profesión; la evaluación crítica, a través del análisis sistemático de las imágenes generadas para identificar patrones de sesgo y proponer correcciones; y la educación y sensibilización de usuarios y desarrolladores sobre las implicaciones éticas de la IAG y la importancia de un enfoque crítico en su uso.

1.2.4. Relevancia pedagógica

En el ámbito educativo, comprender y abordar los sesgos de género en la IAG es fundamental para los docentes. Estas tecnologías, cada vez más integradas en las aulas, ofrecen oportunidades para fomentar la creatividad y el aprendizaje, pero también exigen una reflexión crítica sobre su impacto.

Los educadores pueden desempeñar un papel clave en la promoción de una cultura digital inclusiva, enseñando a los estudiantes a cuestionar las representaciones generadas por IA y a formular *prompts* que desafíen los estereotipos. Asimismo, el enfoque del proyecto LENA puede servir como modelo para desarrollar actividades pedagógicas que integren la ética tecnológica en el currículo, preparando a los estudiantes para interactuar con la IAG de manera responsable y equitativa.

2. METODOLOGÍA

El proyecto «LENA» ha sido diseñado con el objetivo de identificar, evaluar y mitigar de manera sistemática el sesgo de género presente en imágenes generadas por plataformas de inteligencia artificial generativa. Partiendo del reconocimiento de que las salidas visuales producidas por estas herramientas están moldeadas no solo por sus algoritmos subyacentes, sino también por los supuestos culturales incrustados en los datos de entrenamiento, el proyecto adopta una metodología de corte mixto que combina análisis computacional con valoración humana crítica.

El eje central de este enfoque reside en la creación de descripciones textuales o *prompts*, cuidadosamente elaboradas, tanto en versiones neutrales como en formulaciones explícitamente conscientes del sesgo. Estas descripciones se implementan en plataformas ampliamente utilizadas como DALL·E, Flux AI, Stable Diffusion y Midjourney, generando imágenes que posteriormente son analizadas mediante herramientas algorítmicas y evaluaciones humanas comparativas. Este proceso permite detectar patrones de representación estereotipada y valorar, al

mismo tiempo, la eficacia del diseño del *prompt* y la respuesta de la plataforma en términos de reducción del sesgo.

Dos preguntas fundamentales guían el planteamiento del proyecto: «hasta qué punto es posible evaluar y reducir el sesgo de género en imágenes generadas por IA mediante metodologías estructuradas y replicables», y «si los mecanismos de supervisión actualmente disponibles son suficientes para abordar y corregir estos sesgos, o si, por el contrario, se requieren nuevas herramientas y estrategias».

La hipótesis de partida plantea que los sistemas de IA generativa, al recibir descripciones que involucren a personas, tienden a reproducir estereotipos de género profundamente arraigados. Sin embargo, se sostiene que la combinación de diagnósticos computacionales con marcos evaluativos humanos constituye una vía sólida para detectar estos sesgos e implementar mecanismos correctivos que promuevan representaciones visuales más inclusivas y equitativas.

La metodología se articula en cinco grandes bloques interdependientes. En primer lugar, se realiza una revisión exhaustiva de la literatura sobre sesgos de género, a partir de la cual se redactan diferentes tipos de prompts: neutros (como “una persona enseñando”), específicos (por ejemplo, “una mujer ingeniera de software”) y formulaciones intencionalmente sesgadas (como “una enfermera joven y atractiva”). En una segunda etapa, se lleva a cabo el análisis sistemático de las imágenes generadas mediante herramientas de visión por computador, que permiten cuantificar atributos visuales relevantes, tales como la distribución de género o la presencia de estereotipos (por ejemplo, vestimenta sexualizada). En la tercera etapa, se desarrolla y valida un protocolo estandarizado de evaluación que incorpora indicadores como el equilibrio de género en roles profesionales o la diversidad étnica representada, a partir del consenso de un panel interdisciplinario. Posteriormente, se realiza una evaluación comparativa ciega entre imágenes reales y generadas, mediante la participación de personas evaluadoras de perfiles diversos. Finalmente, se contempla la publicación y divulgación de los resultados, con el fin de fomentar el uso ético y consciente de la inteligencia artificial generativa en distintos contextos sociales y educativos.

El proyecto se encuentra actualmente en curso, con una duración prevista entre octubre de 2024 y enero de 2026. En el momento de redacción de este capítulo, se está desarrollando la tercera fase del plan de investigación.

3. RESULTADOS

3.1. Resultados preliminares

En las fases uno y dos del proyecto «LENA», centradas en el diseño de *prompts* y análisis sistemático de imágenes, se desarrollaron descripciones estandarizadas y representativas, aplicadas en varias plataformas populares de IA generativa. Los hallazgos preliminares ofrecen información valiosa sobre cómo se manifiesta el sesgo de género de forma distinta según la plataforma, y cómo ciertas decisiones técnicas o de diseño pueden mitigar o intensificar las representaciones estereotipadas.

Se llevó a cabo un análisis comparativo crítico sobre las cuatro plataformas principales antes mencionadas: DALL·E, Midjourney, Stable Diffusion y Flux AI, evaluando sus puntos fuertes y limitaciones desde la perspectiva del sesgo de género.

3.1.1. DALL·E

DALL·E destaca por su accesibilidad, especialmente al integrarse con ChatGPT. Uno de sus puntos positivos es la inclusión de filtros automatizados que limitan los resultados sexistas o hipersexualizados. Sin embargo, estudios anteriores y nuestras pruebas preliminares confirman que persisten asociaciones visuales problemáticas incluso con *prompts* aparentemente neutros. Por ejemplo, descripciones relacionadas con mujeres profesionales suelen generar imágenes que enfatizan estándares de belleza occidentales –juventud, delgadez, maquillaje–, mientras que los hombres aparecen en poses de autoridad o técnicas. No obstante, se ha observado que los resultados pueden equilibrarse mediante prompts cuidadosamente diseñados.

3.1.2. Midjourney

Midjourney sobresale por su expresividad artística, produciendo imágenes de alta calidad con un estilo dramático. Sin embargo, su preferencia por el atractivo visual por encima de la precisión semántica –especialmente por funcionar principalmente en Discord– da lugar a un sesgo estético constante. Las figuras femeninas aparecen a menudo idealizadas, estilizadas e incluso hipersexualizadas, aunque el prompt no lo indique. Este «sesgo de embellecimiento» contribuye a una visión distorsionada que no refleja la diversidad del mundo real.

3.1.3. Stable Diffusion

Stable Diffusion permite un control preciso sobre las imágenes debido a su naturaleza de código abierto y alto nivel de personalización. Si bien estas características facilitan la mitigación avanzada del sesgo, también representan un riesgo significativo: sin una adecuada curación de los datos de entrenamiento y configuración de los modelos, la plataforma puede reproducir y amplificar sesgos existentes. El análisis mostró una sobre representación consistente de hombres en roles profesionales de alto estatus, salvo que se especifique lo contrario. Aunque ofrece potencial para reducir el sesgo, esta capacidad depende en gran medida de la pericia del usuario y su intención ética.

3.1.4. Flux AI

Flux AI representa una nueva generación de herramientas generativas que permiten ajustar explícitamente variables como el género, la edad, la etnicidad o las expresiones faciales. Este control detallado abre posibilidades para representaciones inclusivas, pero también plantea dilemas éticos. La capacidad de manipular la apariencia con tanta precisión puede reforzar los estándares de belleza dominantes, sobre todo en contextos comerciales. Los hallazgos iniciales indican que, sin un uso crítico y un diseño responsable de la interfaz, dicho control puede ser un arma de doble filo.

3.2. Ejemplos ilustrativos

Este apartado describe una serie de ejemplos representativos que permiten observar cómo distintas plataformas de inteligencia artificial generativa (IAG) interpretan instrucciones textuales similares, y cómo dichas interpretaciones reflejan variaciones significativas relacionadas con los sesgos de género.

Para la obtención de este ejemplo se utilizó inicialmente un prompt simple y deliberadamente poco específico: “Crea una imagen de una profesora de matemáticas de pie junto a una pizarra en un aula”. Esta instrucción fue introducida en tres plataformas diferentes: ChatGPT 4.0 (DALL·E 3), Copilot (DALL·E 2) y GROK (Flux.1), realizando en cada caso cuatro iteraciones.

Los resultados obtenidos mostraron notables diferencias entre plataformas. En particular, se observaron variaciones en la representación de la edad, el aspecto físico e incluso el género del personaje generado. Un caso especialmente llamativo se dio en Copilot, donde tres de las cuatro imágenes representaban a hombres desempeñando el rol solicitado de «profesora de matemáticas», lo que pone de manifiesto una tendencia a masculinizar ciertos perfiles por defecto.

Posteriormente, se introdujo un prompt más detallado y orientado explícitamente a evitar sesgos de género: “Crea una imagen de una profesora joven de matemáticas, de unos 25 años, de pie junto a una pizarra en un aula, explicando el teorema de Pitágoras. Sostiene un libro en una mano y una tiza en la otra. Tiene el pelo rizado de color rojo y lleva gafas de montura negra. Asegúrate de evitar el sesgo de género y la hipersexualización. Va vestida de azul claro”.

Con este segundo prompt, las imágenes generadas por las mismas plataformas mostraron una mayor coherencia con la descripción proporcionada, evitando tanto la masculinización del rol como la hipersexualización del personaje femenino. Esta comparación evidencia cómo la precisión lingüística y la inclusión de directrices éticas en el diseño de prompts puede influir significativamente en la calidad y neutralidad de las imágenes generadas, lo que resulta especialmente relevante en contextos educativos o de formación en alfabetización digital crítica.

3.3. Recomendaciones prácticas para un uso ético de plataformas de IAG

Como parte de los resultados preliminares del Proyecto «LENA» se ha formulado un conjunto de recomendaciones prácticas orientadas a fomentar un uso ético, consciente y crítico de las plataformas de inteligencia artificial generativa. Estas pautas surgen tanto del análisis empírico como de la reflexión teórica en torno al diseño de prompts y la evaluación de los resultados generados. El objetivo principal es proporcionar herramientas útiles a personas usuarias, ya sean investigadoras, docentes, diseñadoras o usuarias generales, para mitigar el sesgo de género y promover representaciones visuales más inclusivas y equitativas.

Entre las recomendaciones se destaca la importancia de compartir buenas prácticas entre usuarias y usuarios, generando espacios colaborativos donde se intercambien estrategias efectivas. Antes de generar una imagen, se recomienda reflexionar cuidadosamente sobre la formulación del prompt, evaluando si este puede contener suposiciones implícitas que reproduzcan estereotipos o dinámicas excluyentes. Asimismo, se sugiere especificar el género únicamente cuando sea pertinente para la representación, evitando hacerlo de manera automática o innecesaria. En aquellos casos en que se incluya esta variable, es fundamental incorporar descripciones que contribuyan a romper con las asociaciones estereotipadas, como la mención de diversidad en edad, en roles profesionales o en estilo de vestimenta.

También se aconseja evaluar críticamente los resultados generados, sin asumir que un prompt redactado de forma neutra producirá automáticamente una imagen libre de sesgos. La experimentación con ligeras variaciones en el lenguaje puede ofrecer resultados significativamente

diferentes, lo que evidencia la sensibilidad del modelo al modo en que se redactan las instrucciones. Además, cuando sea posible, es recomendable ajustar los modelos y filtros disponibles en las plataformas, seleccionando aquellos que ofrezcan configuraciones más inclusivas o que cuenten con mecanismos específicos para reducir el sesgo en los contenidos.

En el ámbito educativo, se propone una guía sencilla en tres pasos para integrar estas prácticas en el aula: en primer lugar, reflexionar sobre la intención del *prompt*, evitando términos o enfoques que refuercen estereotipos; en segundo lugar, incluir elementos descriptivos que favorezcan la diversidad y la representación justa, por ejemplo, “una ingeniera de software de mediana edad con vestimenta profesional”; y, en tercer lugar, someter las imágenes generadas a un análisis crítico, comparándolas con referentes reales. Esta práctica puede incorporarse a actividades curriculares, como en una clase de arte o comunicación visual, donde se invite al alumnado a examinar los resultados generados por estas plataformas, identificando patrones estéticos o ideológicos y debatiendo colectivamente sobre su significado y sus implicaciones sociales. Así, la ética tecnológica se integra de forma transversal en los procesos formativos, fomentando una ciudadanía digital más consciente y reflexiva.

4. CONCLUSIONES

Las plataformas de IA generativa han transformado la producción de contenido visual, convirtiendo descripciones de texto en imágenes estilizadas y sofisticadas. No obstante, esta capacidad creativa conlleva una responsabilidad ética considerable. Como ha demostrado este estudio, los sistemas no son neutros. Pueden replicar e incluso intensificar estereotipos de género y jerarquías sociales presentes en los datos con los que se entrenan.

Desde la hipersexualización de las mujeres hasta la marginación de identidades no normativas o la perpetuación de estereotipos laborales, las imágenes generadas por IA reflejan y perpetúan patrones más amplios de desigualdad.

Es importante destacar que el sesgo en la IA generativa no es una condición inmutable, sino un problema sistémico que puede abordarse mediante intervenciones estratégicas. Uno de los recursos más efectivos al alcance de las personas usuarias es el diseño de prompts conscientes del sesgo. Cambios sutiles en el lenguaje pueden modificar de forma significativa la naturaleza de las imágenes generadas. Al redactar prompts que eviten suposiciones y promuevan la diversidad, se puede contribuir a reducir la reproducción de estereotipos visuales y fomentar representaciones más equitativas.

Sin embargo, no basta con la intervención a nivel individual. Es necesario un cambio sistémico que incluya la diversificación y curación de los conjuntos de datos de entrenamiento, garantizando una mayor representación de géneros, razas y cuerpos diversos. Los sistemas de IA deben exponerse a imágenes que reflejen múltiples identidades y roles sociales, para aprender a representar el mundo de forma más inclusiva.

Asimismo, deben mejorarse los filtros algorítmicos y las herramientas de evaluación semántica. Los sistemas de moderación actuales siguen siendo limitados en su capacidad para detectar y prevenir salidas sesgadas. Se requiere mayor transparencia y responsabilidad en el diseño e implementación de estos mecanismos.

Igualmente esencial es el papel de la educación crítica. Empoderar a las personas usuarias desde estudiantes hasta desarrolladoras con las habilidades necesarias para identificar sesgos, cuestionar convenciones visuales y utilizar la tecnología generativa de forma ética es fundamental. Reducir el sesgo en la IA no es solo un reto técnico, sino también pedagógico y cultural.

5. PERSPECTIVAS FUTURAS

El futuro de la IAG en la educación depende de la integración de innovaciones tecnológicas y enfoques éticos. Modelos con filtros de sesgo integrados, como los que priorizan la diversidad en los datos de entrenamiento, podrían reducir la dependencia de *prompts* cuidadosamente diseñados. Además, las interfaces de usuario podrían incluir guías interactivas que sugieran formulaciones inclusivas.

A nivel político, es crucial establecer estándares internacionales para el desarrollo ético de la IAG, especialmente en entornos educativos donde las representaciones visuales influyen en la formación de identidades. El proyecto «LENA» puede servir como modelo para iniciativas globales, fomentando colaboraciones interdisciplinarias que combinen la experiencia tecnológica con perspectivas feministas y educativas.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento al Instituto de las Mujeres del Ministerio de Igualdad por concedernos financiación para llevar a cabo este estudio dentro de la Convocatoria 2024 de Proyectos de Investigación Feminista, en el marco del proyecto «Investigación sobre sesgos de género en la generación de imágenes por Inteligencia Artificial (LENA), Exp. 19-3-ID24», SUBVENCIÓN INVESTIGACIONES FEMINISTAS INSTITUTO DE LAS MUJERES 2024.

REFERENCIAS

- AlDahoul, N., Rahwan, T., & Zaki, Y. (2025). AI-generated faces influence gender stereotypes and racial homogenization. *Scientific Reports*, 15, 14449. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-99623-3>
- Crenshaw, K. (1989). Demarginalizing the intersection of race and sex: A Black feminist critique of antidiscrimination doctrine, feminist theory and antiracist politics. *University of Chicago Legal Forum*, 1989(1), 139–167.
- Dhariwal, P., & Nichol, A. (2021). Diffusion models beat GANs on image synthesis. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2105.05233>
- García-Ull, F. J., & Melero-Lázaro, M. (2023). Gender stereotypes in AI-generated images. *Profesional de la información*, 32(5). <https://doi.org/10.3145/epi.2023.sep.05>
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., & Bengio, Y. (2014). Generative adversarial nets. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 27.

- Gorska, A. M., & Jemielniak, D. (2023). The invisible women: Uncovering gender bias in AI-generated images of professionals. *Feminist Media Studies*, 23(8), 4370–4375. <https://doi.org/10.1080/14680777.2023.2263659>
- Ho, J., Jain, A., & Abbeel, P. (2020). Denoising diffusion probabilistic models. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 6840–6851.
- Kalluri, P. R. (2024). AI image generators often give racist and sexist results: Can they be fixed? *Nature*, 627, 722–725. <https://doi.org/10.1038/d41586-024-00599-8>
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Li, B., Qi, X., Lukasiewicz, T., & Torr, P. (2019). Controllable text-to-image generation. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 32.
- Mansimov, E., Parisotto, E., Ba, J. L., & Salakhutdinov, R. (2016). Generating images from captions with attention. *International Conference on Learning Representations (ICLR)*.
- Ramesh, A., Pavlov, M., Goh, G., Gray, S., Voss, C., Radford, A., Chen, M., & Sutskever, I. (2021). Zero-shot text-to-image generation. *International Conference on Machine Learning (ICML)*.
- Reed, S., Akata, Z., Yan, X., Logeswaran, L., Schiele, B., & Lee, H. (2016). Generative adversarial text to image synthesis. *International Conference on Machine Learning*, 1060–1069. PMLR.
- Sun, L., Wei, M., Sun, Y., Suh, Y. J., Shen, L., & Yang, S. (2024). Smiling women pitching down: Auditing representational and presentational gender biases in image-generative AI. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 29(1).
- Vicente, A., Fernández Peris, C., Sánchez Ferrer, F. J., Nso Roca, A. P., Mateu Martínez, O., Soto Sanz, V., Carrillo Murcia, I., Cheik, K. y Monasor Ortolá, D. (2024). Feminismo y tecnología: Explorando los sesgos de género en la IA generativa a través del Proyecto LENA. En *Los derechos de las mujeres en la sociedad digital* (pp. 66–84). ISBN 978-84-1070-448-0.
- Zhang, H., Xu, T., Li, H., Zhang, S., Wang, X., Huang, X., & Metaxas, D. N. (2017). StackGAN: Text to photo-realistic image synthesis with stacked generative adversarial networks. *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*, 5907–5915.
- Zhou, M., Abhishek, V., Derdenger, T., Kim, J., & Srinivasan, K. (2024). Bias in generative AI. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2403.02726>

Capítulo 14. Integración de la realidad virtual inmersiva en la educación superior: un enfoque multicapa para la innovación pedagógica y tecnológica

Nicole Saldaña-Toledo

Universidad de Valparaíso (Chile)

Universidad de Granada (España)

Eduardo Lara-Yergues

Universidad de Valparaíso (Chile)

Resumen: La integración de la realidad virtual inmersiva (RVI) en la educación superior representa una innovación pedagógica y tecnológica que transforma los procesos de enseñanza y aprendizaje, especialmente en disciplinas con altos riesgos o costos asociados a la experimentación presencial. En este contexto el presente trabajo analiza la evolución de esta tecnología emergente, sus características y principios fundamentales en las aplicaciones asociadas la enseñanza en la educación universitaria. Para ello, se consideró el panorama global, los modelos pedagógicos de base, las tendencias curriculares y los factores que impulsan o limitan su implementación. A partir de esto, se propone una arquitectura conceptual estructurada en capas, que facilita una integración efectiva, sostenible y equitativa de la RVI. En primera instancia, se presenta la capa estructural, que prescribe conectividad, cobertura y servidores. En segunda instancia, se propone una capa asociada a la plataforma de aprendizaje, centrada en la interoperabilidad y gestión de datos. En tercera instancia, se presenta la capa pedagógica que aborda el proceso de aprendizaje desde una perspectiva cognitiva. Finalmente, la última capa propone la integración y gobernanza institucional. Este enfoque integral sienta las bases para que estudios posteriores midan la transferencia de conocimiento, retorno de inversión y equidad de participación.

Palabras clave: realidad virtual inmersiva, educación superior, marcos conceptuales, equidad educativa

Abstract: The integration of immersive virtual reality (IVR) in higher education represents a pedagogical and technological innovation that transforms teaching and learning processes, especially in disciplines with high risks or costs associated with face-to-face experimentation. In this context, this paper analyzes the evolution of this emerging technology, its characteristics, and fundamental principles in applications associated with teaching in university education. To this end, the global landscape, basic pedagogical models, curricular trends, and factors that drive or limit its implementation were considered. Based on this, a layered conceptual architecture is proposed that facilitates effective, sustainable, and equitable integration of IVR. First, the structural layer is presented, which prescribes connectivity, coverage, and servers. Second, a layer associated with the learning platform is proposed, focusing on interoperability and data management. Third, the pedagogical layer is presented, which addresses the learning process from a cognitive perspective. Finally, the last layer proposes institutional integration and governance. This comprehensive approach lays the foundation for subsequent studies to measure knowledge transfer, return on investment, and equity of participation.

Keywords: immersive virtual reality, higher education, conceptual frameworks, educational equity

1. INTRODUCCIÓN

El uso de la realidad virtual inmersiva (RVI) en la educación superior representa una transformación significativa en la forma en que se aborda el fenómeno del aprendizaje y la enseñanza. De esta manera, el uso de entornos virtuales permite simular situaciones complejas en un ambiente seguro y controlado, facilitando la exposición de los y las estudiantes a escenarios que serían inaccesibles mediante métodos tradicionales (Torre Acha et al., 2024; Reeves et al., 2021). Esta capacidad de simular la realidad y trabajar con problemas basados en situaciones reales contribuye a una mejor preparación para los futuros y las futuras profesionales, alineando la formación académica con las demandas del mercado laboral actual. En congruencia, el interés de las y los estudiantes por la RVI es elevado, estudios como los de Wee et al. (2025) establecen que los estudiantes perciben el trabajo en entornos virtuales y la propia realidad virtual como elementos de gran relevancia para su formación. Asimismo, la interactividad y el carácter inmersivo de la RVI potencia la retención del conocimiento, ya que el estudiantado experimenta un mayor grado de implicación emocional y fisiológica durante las actividades, lo que se traduce en aprendizajes más duraderos y significativos (Udeozor et al., 2021; Cheng & Tsai, 2020).

Desde la perspectiva pedagógica, la RVI no solo amplifica el acceso a las experiencias de educativas, sino que también contribuye a la democratización de la educación, permitiendo que un mayor número de estudiantes participe en prácticas que antes estaban limitadas por recursos físicos o restricciones de seguridad. En este sentido, Reeves et al. (2021) indican que los laboratorios virtuales pueden eliminar barreras percibidas en el aprendizaje, facilitando la comprensión de conceptos abstractos y permitiendo la representación visual de fenómenos complejos. Sin embargo, la implementación de la RVI en la educación superior también presenta diversos desafíos. El cuerpo docente y estudiantes aún se considera novato en el uso de estas tecnologías, lo que subraya la importancia de diseñar programas de capacitación y acompañamiento para garantizar una adopción efectiva.

La integración exitosa de la RVI requiere un enfoque estructurado que contemple múltiples dimensiones: desde la infraestructura tecnológica y la plataforma digital, hasta los aspectos pedagógicos e institucionales que regulan su uso. Es por ello, que la arquitectura conceptual en capas propuesta permite maximizar los beneficios tanto pedagógicos como tecnológicos, asegurando que la innovación educativa no quede limitada por la obsolescencia de los métodos tradicionales ni por la brecha digital existente. Ahora bien, la RVI se sitúa dentro de un continuo realidad-virtualidad, donde diferentes grados de inmersión y representación permiten adaptar la experiencia educativa a las necesidades específicas de cada disciplina y perfil de estudiante (Rzanova et al., 2024). Considerando esto, la arquitectura conceptual propuesta busca responder y reflexionar ante estos retos, promoviendo una integración efectiva y equitativa de la RVI en la educación universitaria.

2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA REALIDAD VIRTUAL

La evolución histórica de la realidad virtual (RV) ha estado marcada por avances tecnológicos y pedagógicos que han transformado la manera en que se conciben los entornos de aprendizaje y simulación. Desde sus primeras aproximaciones, la RV se ha orientado hacia la creación de experiencias que permitiesen la interacción segura y controlada con escenarios complejos de emular en la realidad física, lo que ha resultado especialmente relevante en contextos educativos (Torre Acha et al., 2024). En coherencia, el desarrollo de *hardware* y *software* en torno a cámaras de alta definición, sensores de posicionamiento y controladores de movimiento, ha posibilitado la generación de entornos virtuales cada vez más realistas y auténticos, superando las limitaciones de las tecnologías previas y permitiendo una mayor interactividad y personalización de las experiencias (Lamb & Etopio, 2020).

En los últimos años, la integración de la RV en la educación superior ha experimentado un crecimiento significativo, impulsado tanto por la digitalización de los procesos educativos como por la necesidad de democratizar el acceso a laboratorios y a los escenarios propios de las disciplinas. Esta evolución ha sido posible gracias a la convergencia entre los avances de la computación gráfica, la inteligencia artificial y los dispositivos de interacción, lo que ha permitido el diseño de experiencias cada vez más complejas y adaptativas (Gill et al., 2024). Además, la RV ha ampliado su alcance a disciplinas tradicionalmente alejadas de la tecnología, como las ciencias sociales y las humanidades, mostrando su potencial para el desarrollo de habilidades cognitivas y técnicas en diferentes contextos.

A pesar de los avances tecnológicos, también se han documentado constantes desafíos que la adopción de la RV enfrenta, como la sobrecarga cognitiva, los elevados costos de implementación y mantenimiento, y la necesidad de formación específica para el profesorado. Estos retos han motivado la búsqueda de soluciones estructuradas y la propuesta de modelos de integración que permitan superar las barreras técnicas y pedagógicas, asegurando la sostenibilidad y eficacia de la RV en el largo plazo.

Ahora bien, la evolución de la RV también ha sido acompañada por una creciente evidencia empírica sobre su impacto positivo en la motivación, la participación y el aprendizaje de las y los estudiantes. Walker et al. (2020) destacan cómo la RV ha sido utilizada con éxito en simulacros de evacuación post-sismo, incrementando el realismo y la preparación de quienes participan ante situaciones de emergencia. De manera similar, la integración de la RV en la enseñanza de habilidades técnicas ha demostrado ser más efectiva que los métodos tradicionales, particularmente para estudiantes sin experiencia previa en estas tecnologías (Radhakrishnan et al., 2023).

Este desarrollo histórico también se ha visto influido por la necesidad de adaptar los entornos virtuales a las características y necesidades de las y los usuarios, lo que ha dado lugar a investigaciones sobre la interacción de manos libres y la presentación de contenidos textuales y audiovisuales en contextos inmersivos. Estos estudios han contribuido a identificar tanto el potencial como las limitaciones de la RV, orientando el diseño de futuras aplicaciones educativas y la mejora de la experiencia de la o el usuario. Aunque persisten desafíos, la tendencia apunta hacia una integración cada vez más profunda de la RV en la educación superior.

3. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA RVI

Los principios de inmersión, presencia e interactividad se constituyen como los fundamentos esenciales para comprender la eficacia de la RVI en contextos educativos. En efecto, esta se define como una tecnología que permite a las y los usuarios sumergirse en entornos digitales tridimensionales, desconectándose de su entorno físico y facilitando una interacción directa y multisensorial con el espacio virtual. De esta manera, el principio de inmersión se logra mediante dispositivos específicos como gafas de realidad virtual, cascos de visualización o sistemas de cuevas virtuales, que proporcionan estímulos visuales, auditivos y/o incluso hápticos, generando la sensación de presencia dentro del entorno simulado (Vergara et al., 2022). Es así, que la característica distintiva de la RVI, frente a otras modalidades de realidad virtual no inmersiva, radica en la capacidad de aislar sensorialmente a quien la ocupa del mundo real, permitiéndole interactuar de manera natural y continua con los objetos y los escenarios digitales presentados (Try et al., 2021).

La presencia, por su parte, se entiende como la sensación subjetiva de la inmersión dentro del entorno virtual. Esta percepción no solo depende de la inmersión sensorial, sino también de la coherencia y realismo del entorno, así como de la capacidad del sistema para responder de manera coherente a las acciones del usuario o usuaria. Esta característica es relevante en los contextos educativos, ya que permite que las y los estudiantes experimenten situaciones en un entorno seguro, lo que facilita la transferencia de conocimientos y habilidades a contextos reales (Torre Acha et al., 2024; Espinoza et al., 2021). Es importante mencionar, que la presencia se ve reforzada cuando las acciones del sujeto sumergido en la RVI tienen consecuencias observables y coherentes a lo esperado en el mundo real, ya que incrementa el compromiso y la motivación asociada al aprendizaje.

El concepto de interactividad también fundamental en la RVI, apunta hacia las posibilidades de modificar el entorno, manipular objetos y recibir retroalimentación en tiempo real, lo que contribuye a una experiencia más auténtica y cercana a la realidad física (Espinoza et al., 2021). Desde la perspectiva educativa, la posibilidad de simular laboratorios, procedimientos técnicos o escenarios complejos permite a las y los estudiantes adquirir habilidades prácticas y conceptuales. Esta combinación de acción, respuesta inmediata y contextualización del conocimiento favorece aprendizajes significativos, reduciendo la distancia entre teoría y práctica.

A pesar de ello, investigaciones asociadas a la RVI han detectado la aparición de efectos secundarios como el mareo o la desorientación espacial, conocidos como ciber-cinetosis, que pueden afectar especialmente durante exposiciones prolongadas o en entornos virtuales de alta complejidad (Martirosov et al., 2022). Asimismo, se ha documentado que la sobrecarga cognitiva derivada de la gestión simultánea de múltiples estímulos sensoriales y tareas interactivas puede limitar la eficacia del aprendizaje si no se diseña adecuadamente la experiencia educativa (Sumardani et al., 2022). Otro aspecto relevante es el costo asociado a la adquisición y mantenimiento de los equipos de RVI, así como la necesidad de formación específica del profesorado para integrar eficazmente estas tecnologías en sus procesos de enseñanza.

Ahora bien, al ofrecer experiencias de aprendizaje más atractivas y personalizadas estudios destacan los beneficios de la RVI en los contextos educativos. De esta manera, se ha presentado una correlación entre la participación activa en entornos virtuales y el incremento de la aten-

ción, la agilidad mental y la concentración, subrayando el potencial de la RVI para transformar la dinámica educativa tradicional (Lachowicz et al., 2024; Chen et al., 2024). Además, la democratización del acceso a laboratorios y experiencias prácticas, independientemente de las limitaciones geográficas o económicas, constituye una de las ventajas más relevantes de la RVI en el contexto de la formación de profesionales. En síntesis, la RVI se caracteriza por su capacidad de generar entornos inmersivos, interactivos y seguros, que facilitan el aprendizaje significativo y la adquisición de competencias técnicas y conceptuales. No obstante, su implementación efectiva requiere abordar desafíos tecnológicos, pedagógicos y organizativos, así como continuar investigando sus efectos a largo plazo sobre el aprendizaje y el bienestar de las y los usuarios.

4. ARQUITECTURA CONCEPTUAL

4.1 Capa estructural: infraestructura tecnológica

Los requisitos de sistema y conectividad constituyen la base esencial para la integración efectiva de RVI en la educación terciaria. En consecuencia, la infraestructura tecnológica debe garantizar tanto la capacidad de procesamiento como la estabilidad de la conexión para sostener experiencias inmersivas de calidad. En primer lugar, los dispositivos de visualización deben asegurar una alta resolución, un campo de visión amplio y una baja latencia para evitar la desconexión cognitiva y el malestar físico en las y los usuarios. Además, la integración de periféricos como guantes de datos o controladores hápticos podrían enriquecer la interacción, aunque su uso está más extendido en entornos ajenos a la educación, mientras que en el ámbito del aprendizaje predominan las soluciones de escritorio o visores accesibles (Walker et al., 2020). La elección de *hardware* debe considerar la relación entre el nivel de inmersión requerido y la viabilidad económica, ya que los dispositivos de alta gama pueden representar una barrera de entrada significativa (Kaur et al., 2022). En consideración de los estudios e implementaciones en entornos educativos superiores, los dispositivos que se presentan con mayor frecuencia son las gafas HTC Vive Pro, Oculus Quest 2 y Oculus Rift.

En segundo lugar, la conectividad debe asegurar la transmisión fluida de contenidos inmersivos lo que demanda redes de alta velocidad y baja latencia, especialmente cuando se implementan entornos colaborativos o laboratorios virtuales en tiempo real. La posibilidad de acceder a experiencias de RVI desde cualquier ubicación mediante dispositivos móviles y redes inalámbricas amplía el alcance y la flexibilidad, pero exige una infraestructura robusta que soporte el tráfico de datos y evite interrupciones que puedan afectar la experiencia de aprendizaje (Deng et al., 2023). Por tanto, en contextos universitarios, lo recomendable es la creación de laboratorios de realidad virtual y sistemas de entrenamiento virtual que requieren de inversiones en redes internas, servidores dedicados y sistemas de almacenamiento capaces de manejar grandes volúmenes de información multimedia.

Como último elemento de esta capa, es relevante considerar que la sostenibilidad y el mantenimiento de la infraestructura tecnológica requiere de un sistema de planificación. Ello, ya que es fundamental asegurar la disponibilidad de soporte técnico, la actualización periódica del *hardware* y *software*, y la capacitación del personal encargado de la gestión de los sistemas. Es decir, la integración estructural no solo implica la adquisición inicial de equipos, sino también

la creación de un entorno tecnológico adaptable y resiliente ante los cambios y desafíos futuros (Li et al., 2023). En síntesis, la capa estructural debe contemplar una infraestructura tecnológica coherente con el propósito educativo, flexible y escalable, que contemple dispositivos de visualización y sistemas de soporte eficientes, orientados a maximizar el potencial pedagógico y garantizar el acceso equitativo a experiencias inmersivas de calidad.

4.2. Capa plataforma de aprendizaje

Para que una plataforma de aprendizaje basada en RVI sea realmente escalable, el primer paso es garantizar la interoperabilidad entre motores gráficos, visores y sistemas institucionales. Para ello, se recomienda adoptar estándares abiertos como glTF para modelos 3D, xAPI para el seguimiento de acciones y LTI 1.3 para la conexión con el LMS y exponer APIs RESTful documentadas que permitan intercambiar escenas, objetos y datos de usuario sin fricciones técnicas (Kaur et al., 2022). En coherencia, una práctica eficaz consiste en encapsular cada escena interactiva en contenedores Docker, de modo que pueda moverse entre servidores o nubes institucionales sin requerir reconfiguración. Esta estrategia, combinada con versiones de *software* alineadas a los ciclos académicos, facilita la colaboración interinstitucional y la reutilización de laboratorios virtuales.

Otro elemento es relevante es que la plataforma registre automáticamente métricas clave mediante un pipeline de datos que almacene eventos en una base orientada a grafos o series temporales. Para ello, herramientas como *Elastic Stack* o *Apache Kafka* permiten procesar flujos en tiempo real y alimentar tableros de visualización que las y los docentes puedan interpretar sin conocimientos avanzados de analítica (Cheng & Tsai, 2020; Al-Khiami et al., 2024). Sin embargo, la falta de herramientas colaborativas y de toma de decisiones en tiempo real ha sido identificada como una limitación en los enfoques actuales, lo que sugiere la necesidad de desarrollar soluciones que permitan la interacción simultánea de múltiples usuarios y la gestión eficiente de recursos compartidos.

Ahora bien, a fin de democratizar el acceso, la capa de plataforma debe ser coherente con la opción estructural seleccionada, es decir, con visores de alta gama o con dispositivos móviles de bajo costo en caso de variar en el grado de inmersión seleccionada. Paralelamente, las interfaces deben cumplir WCAG 2.1, incluir comandos por voz/opciones de texto resaltado y ofrecer asistencia contextual para usuarias u usuarios novatos (Deng et al., 2023). Finalmente, para sostener la innovación, se recomienda montar un repositorio institucional donde se almacenen las escenas, modelos y guías didácticas con metadatos IMS *Content Packaging*.

4.3. Capa pedagógica: diseño instruccional y cognitivo

La integración pedagógica se sustenta en la correspondencia explícita entre cada escenario virtual y las competencias declaradas en el plan de estudios. Usualmente se ha utilizado para simulaciones de alto riesgo que exigen la aplicación de conocimientos teóricos en contextos realistas, favoreciendo la transferibilidad de habilidades o competencias. En este sentido, la literatura subraya que la eficacia de un andamiaje progresivo que transita de la demostración guiada a la resolución autónoma, distribuye a la carga cognitiva y garantiza la atención sobre los estímulos instruccionales pertinentes (Lui et al., 2023).

La organización del contenido en los sistemas de RVI, deben ser diseñados como rutas alternativas condicionadas al desempeño del o la estudiante que posibilitan adaptaciones en tiempo real. No obstante, es tarea de quien enseña determinar la ruta de aprendizaje y experiencias clave que deben ser incorporadas en una realidad alterna. La retroalimentación inmediata, integrada tras cada hito, se configura como mecanismo esencial para la consolidación del aprendizaje mediante la virtualidad. En este sentido, el diseño instruccional debe incorporar estrategias de andamiaje y secuenciación de tareas que permitan distribuir la carga cognitiva y asegurar que las y los estudiantes puedan centrarse en los objetivos de aprendizaje prioritarios. En coherencia, la formación y capacitación docente también desempeñan un papel fundamental en la alineación con los resultados de aprendizaje. Vergara et al. (2022) destacan que, a pesar de la disponibilidad de tecnologías de RVI, existe una brecha en la formación del profesorado, lo que puede limitar la capacidad de diseñar experiencias alineadas con los objetivos curriculares. Es necesario, por tanto, implementar programas de desarrollo profesional que capaciten en el uso pedagógico y la integración de estrategias de evaluación auténtica.

En lo que refiere al diseño de la interfaz, este incide de forma directa en la eficacia cognitiva de la experiencia. Controles corporales intuitivos y menús contextuales poco intrusivos reducen los costos atencionales y permiten a las y los estudiantes centrar sus recursos en la tarea de aprendizaje encomendada (Lui et al., 2023). En disciplinas que demandan visualización tridimensional, como la ingeniería resultan críticas las funciones como el escalado y el corte interactivo de modelos (Kumar et al., 2021). Ahora bien, la generación grandes volúmenes de datos sobre las interacciones de las y los estudiantes, sus trayectorias de aprendizaje, la manipulación de objetos virtuales y la toma de decisiones en escenarios simulados permiten no solo monitorizar el progreso individual y grupal, sino también identificar patrones de aprendizaje, dificultades recurrentes y oportunidades de personalización de la experiencia educativa (Gill et al., 2024).

Por último, al ser la evaluación un proceso continuo y auténtico, sustentado en la instrumentación de la simulación para capturar datos de desempeño en tiempo real, combinar la experiencia inmersiva con rúbricas que valoran la calidad del proceso y del producto obtenido es una práctica recomendable. Tales evidencias, exportadas al sistema de gestión del aprendizaje, facilitan análisis formativos tanto para docentes como para estudiantes y permiten ajustes pedagógicos ágiles. En conjunto, estos principios de diseño, secuenciación, interfaz y evaluación configuran una capa pedagógica que maximiza el potencial formativo de la RVI y legitima su incorporación curricular en la educación superior.

4.4. Capa de gobernanza: integración institucional

La gobernanza institucional debe comenzar con políticas de accesibilidad y equidad que garanticen una provisión diferenciada de recursos. Ello implica la creación de fondos de préstamo de visores, asignación de licencias compartidas y establecimiento de laboratorios virtuales itinerantes. De esta manera, más allá de la democratización, se promueve un uso transversal de los recursos ya adquiridos y se promueve que indistintamente la disciplina, existan experiencias inmersivas que faciliten el proceso de aprendizaje de competencias abstractas y profesionalizantes.

A nivel de marco de ético y privacidad, se recomienda que se combine consentimiento informado renovable, minimización de la captura de información biométrica y técnicas de anonimización antes de transferir registros al sistema analítico institucional (Kwok et al., 2022). En lo que refiere a al derecho a la portabilidad y al olvido, los controles de acceso basados en roles y bitácoras inalterables son un sistema posible de establecer. Asimismo, en busca de mitigar sesgos algorítmicos, un modelo de recomendación o evaluación automática deberá pasar por pruebas de equidad interseccional y conservar la posibilidad de revisión humana ante decisiones académicas de alto impacto (Try et al., 2021).

En lo que refiere a la gestión de riesgos y el cumplimiento normativo se deben diseñar protocolos que aborden la seguridad física con zonas libres de obstáculos y pausas obligatorias cada veinte minutos, así como límites de exposición y monitoreo de fatiga asegurando la salud cognitiva del o la estudiante. Las políticas deben contemplar la provisión de dispositivos y licencias de software para estudiantes en situación de vulnerabilidad, así como la adaptación de los contenidos y las interfaces para personas con discapacidades físicas o neurodivergentes. En este sentido, la accesibilidad digital debe entenderse en un sentido amplio, abarcando tanto la accesibilidad física de equipos tecnológicos, como la cognitiva y pedagógica. Por tanto, en la gobernanza institucional se debe contemplar la colaboración entre departamentos académicos, unidades de tecnología educativa y servicios de apoyo estudiantil, a fin de identificar y mitigar posibles brechas de acceso.

5. CONCLUSIONES

Para la educación superior la integración de la RVI representa una oportunidad transformadora para la enseñanza y el aprendizaje en las disciplinas. Ello, ya que esta tecnología permite crear entornos seguros, accesibles y altamente interactivos que facilitan la adquisición de competencias técnicas y cognitivas, y al tiempo que democratizan el acceso a experiencias formativas avanzadas que antes estaban limitadas por barreras físicas, económicas o geográficas.

El desarrollo tecnológico ha avanzado significativamente, con dispositivos de visualización de alta calidad y plataformas interoperables que posibilitan experiencias inmersivas cada vez más realistas y personalizadas. Sin embargo, la implementación efectiva requiere de una visión holística y estructurada que aborde de manera integral los aspectos tecnológicos, pedagógicos, institucionales y de gobernanza. Ello, ya que esta estructura facilita la alineación entre los esfuerzos requeridos, maximizando los beneficios y minimizando las limitaciones, para responder a los objetivos de los modelos educativos institucionales.

Desde la perspectiva pedagógica, la RVI se adapta especialmente bien a modelos constructivistas y de aprendizaje experiencial, permitiendo al estudiantado explorar, experimentar y resolver problemas en escenarios simulados que reflejan situaciones reales y propias de sus disciplinas. Los elementos de interactividad, inmersión y presencia son los principios fundamentales que potencian la motivación, la retención del conocimiento y el desarrollo de habilidades prácticas y profesionalizantes. No obstante, es crucial gestionar adecuadamente la carga cognitiva para evitar la sobrecarga y garantizar que la experiencia educativa sea efectiva y significativa.

Los desafíos asociados incluyen barreras tecnológicas y económicas, como los altos costos de adquisición y mantenimiento de equipos, la necesidad de infraestructura específica y la rápida

obsolescencia tecnológica. Es por ello, que planificar esfuerzos institucionales que sean transversales a las unidades académicas, sería una opción de aseguramiento de la efectividad. Asimismo, existen retos pedagógicos y formativos relacionados con la capacitación docente, la adaptación curricular y el diseño de contenidos adecuados que respondan a las características y necesidades del cuerpo estudiantil. Entonces, dentro de los modelos de capacitación continua y abierta, incorporar la RVI permitiría que los miembros de la comunidad académica cuenten con las herramientas para no generar esfuerzos aislados, sino ser parte de un modelo de enseñanza activa.

En cuanto a la ética, la privacidad y la protección de datos se requieren políticas claras y mecanismos robustos para garantizar la seguridad y la confianza tanto de docentes como estudiantes. Asimismo, la accesibilidad y la equidad deben ser prioridades en el diseño de la RVI, asegurando que estudiantes con diferentes capacidades, contextos y recursos puedan beneficiarse plenamente de estas experiencias educativas. Finalmente, la sostenibilidad a largo plazo de la RVI en la educación superior depende de una gestión estratégica que combine la optimización de recursos, la formación continua del profesorado, la actualización tecnológica y la integración curricular sistemática.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Valparaíso. Su respaldo institucional, la visión directiva y el compromiso del cuerpo académico han brindado el entorno propicio para la innovación pedagógica, la investigación y el desarrollo de iniciativas que fortalecen la formación profesional. Su constante apoyo logístico y académico ha sido decisivo para llevar a cabo este trabajo.

De igual manera, extendemos nuestro profundo agradecimiento a nuestras y nuestros estudiantes. Su curiosidad intelectual, perseverancia y disposición a explorar nuevas metodologías constituyen la principal fuente de inspiración para mejorar continuamente nuestra práctica docente. Seguiremos trabajando con el compromiso de generar espacios de aprendizaje de calidad que aporten al progreso de la sociedad.

REFERENCIAS

- Al-Khiami, M. I., Jaeger, M., Soleimani, S. M., & Kazem, A. (2024). Enhancing concrete structures education: Impact of virtual reality on motivation, performance and usability for undergraduate engineering students. *J Comput Assist Learn*, 306–325. <https://doi.org/10.1111/jcal.12881>
- Chen, R., Lv, J., Qiang, L., & Liu, X. (2024). A method for dynamically adjusting the difficulty of rehabilitation training tasks driven by attention level. *Journal of Neural Engineering*, 21(6), 066048. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/ada0e9>
- Cheng, K.-H., & Tsai, C.-C. (2020). Students' motivational beliefs and strategies, perceived immersion and attitudes towards science learning with immersive virtual reality: A partial least squares analysis. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2139–2158. <https://doi.org/10.1111/bjet.12956>

- Deng, H., Du, Y., Cai, Q., & Yang, Y. (2023). *Influence of intelligent technology applications on the learning effect: Virtual reality as an example*. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i10.38713>
- Espinoza, V. P. R., Cárdenas-Salas, D., Cabrera, A., & Coronel, L. (2021). *Virtual reality and BIM methodology as teaching-learning improvement tools for sanitary engineering courses*. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i06.13535>
- Gill, A. S., Irwin, D., Mareta, S., Towey, D., Wang, A., & Zhang, Y. (2024). Virtual educational environments: An investigation into interactive immersive learning in higher education. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*. <https://doi.org/10.1504/IJMLO.2024.10060480>
- Kaur, D. P., Kumar, A., Dutta, R., & Malhotra, S. (2022). The role of interactive and immersive technologies in higher education: A survey. *Journal of Engineering Education Transformations*, 36(2).
- Kumar, V. V., Carberry, D., Beenfeldt, C., Andersson, M. P., Mansouri, S. S., & Gallucci, F. (2021). Virtual reality in chemical and biochemical engineering education and training. *Education for Chemical Engineers*, 36, 143–153. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.05.002>
- Kwok, A. P. K., Yan, M., Deng, X. H., Chen, X. Y., & Huang, Y. T. (2022). Exploring the facilitating and obstructing factors of using virtual reality for 5S training: An exploratory qualitative study from students' perspectives in an industrial engineering undergraduate course. *Comput Appl Eng Educ*. <https://doi.org/10.1002/cae.22503>
- Lachowicz, M., Żurek, A., Jamro, D. et al. (2024). Changes in concentration performance and alternating attention after short-term virtual reality training in E-athletes: a pilot study. *Sci Rep*, 14, 8904. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59539-w>
- Lamb, R., & Etopio, E. A. (2020). Virtual reality: A tool for preservice science teachers to put theory into practice. *Journal of Science Education and Technology*, 573–585. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09837-5>
- Li, F., Jiang, J., Qin, Q., Wang, X., Zeng, G., Gu, Y., & Guo, W. (2023). Application of sustainable development of teaching in engineering education: A case study of undergraduate course design of raman spectroscopy based on virtual reality (VR) technology. *Sustainability*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/su15031782>
- Lui, A. L. C., Not, C., & Wong, G. K. W. (2023). Theory-based learning design with immersive virtual reality in science education: A systematic review. *Journal of Science Education and Technology*, 32, 390–432. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10035-2>
- Martirosov, S., Bureš, M. & Zítka, T. (2022). Cyber sickness in low-immersive, semi-immersive, and fully immersive virtual reality. *Virtual Reality* 26, 15–32. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00507-4>
- Radhakrishnan, U., Chinello, F. & Koumaditis, K. (2023). Investigating the effectiveness of immersive VR skill training and its link to physiological arousal. *Virtual Reality*, 27, 1091–1115. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00699-3>
- Reeves, S. M., Crippen, K. J., & McCray, E. D. (2021). The varied experience of undergraduate students learning chemistry in virtual reality laboratories. *Computers & Education*, 175, 104320. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104320>

- Rzanova, S., Yushchik, E., Markova, S., & Sergeeva, A. (2024). Impact of virtual reality technologies in the context of the case method on engineering students' competencies. *Education and Information Technologies*, 7341–7359. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12123-7>
- Sumardani, D., Lin, CH. (2023). Cognitive processes during virtual reality learning: A study of brain wave. *Educ Inf Technol* 28, 14877–14896. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11788-4>
- Torre Acha, A. R. de la, Rio Belver, R. M. /C191a, na, J. F. A., & Merlo, C. (2024). Application of simulation and virtual reality to production learning. *Education & Training*, 66(2/3), 145–165. <https://doi.org/10.1108/ET-02-2023-0051>
- Try, S., Panuwatwanich, K., Tanapornraweekit, G., & Kaewmoracharoen, M. (2021). Virtual reality application to aid civil engineering laboratory course: A multicriteria comparative study. *Comput Appl Eng Educ*, 29, 1771–1792. <https://doi.org/10.1002/cae.22422>
- Udeozor, C., Toyoda, R., Abegão, F. R., & Glassey, J. (2021). Perceptions of the use of virtual reality games for chemical engineering education and professional training. *Higher Education Pedagogies*, 175–194. <https://doi.org/10.1080/23752696.2021.1951615>
- Vergara, D., Antón-Sancho, Á., Dávila, L. P., & Fernández-Arias, P. (2022). *Virtual reality as a didactic resource from the perspective of engineering teachers*. <https://doi.org/10.1002/cae.22504>
- Walker, J., Towey, D., Pike, M., Kapogiannis, G., Elamin, A., & Wei, R. (2020). Developing a pedagogical photoreal virtual environment to teach civil engineering. *Interactive Technology and Smart Education*, 17(3), 303–321. <https://doi.org/10.1108/ITSE-10-2019-0069>
- Wee, C., Yee, L., Wang, K. & Fang Ong, H. (2025). TeachVR: An Immersive Virtual Reality Framework for Computational Thinking Based on Student Preferences. *ACM Trans. Comput. Educ.* 25(1), 8 -36. <https://doi.org/10.1145/3717838>

Capítulo 15. El diseño generativo como herramienta para la reinterpretación de la cultura caxcán en Jalisco y Zacatecas

Marco Polo Vázquez Nuño
Mariana Noemi Campos Barragán
Universidad de Guadalajara (México)

Resumen: A pesar de su relevancia histórica en el occidente mexicano, el patrimonio visual de la cultura indígena caxcán de Jalisco y Zacatecas permanece fragmentado y disperso. Este estudio propone una metodología interdisciplinaria que combina investigación etnográfica y decolonial, revisión de crónicas coloniales, análisis comparativo de motivos de tradiciones vecinas y herramientas digitales para reinterpretar vestigios parciales. A través de la digitalización de petrograbados, esculturas y referencias históricas, se generan esquemas formales que aportan a los procesos de diseño generativo. Se exploran plataformas de IA y software de modelado 3D para producir animaciones, imágenes y prototipos que honran la herencia caxcán, documentando parámetros y prompts, y evaluando resultados con especialistas y estudiantes en un piloto formativo. Asimismo, se plantean políticas preliminares de uso y difusión orientadas a equilibrar visibilidad cultural y respeto a contextos comunitarios, sentando las bases para futuras guías éticas y de licenciamiento. Los resultados muestran un catálogo digital con más de 100 variaciones paramétricas, prototipos gráficos y maquetas 3D simplificadas, y retroalimentación positiva sobre coherencia simbólica y potencial educativo. Las conclusiones resaltan el diseño generativo como puente entre pasado y presente, capaz de revitalizar narrativas indígenas y ofrecer un modelo replicable para otras tradiciones poco documentadas, contribuyendo a debates sobre memoria colectiva inclusiva.

Palabras clave: diseño generativo, patrimonio cultural, cultura caxcán, reinterpretación cultural, humanidades digitales

Abstract: Despite its historical significance in western Mexico, the visual heritage of the indigenous Caxcan culture from Jalisco and Zacatecas remains fragmented and dispersed. This study proposes an interdisciplinary methodology combining ethnographic and decolonial research, review of colonial chronicles, comparative analysis of motifs from neighboring traditions, and digital tools to reinterpret partial vestiges. Through digitization of petroglyphs, sculptures, and historical references, formal schemas are generated to feed generative design processes. We explore AI platforms and 3D modeling software to produce animations, images, and prototypes that honor Caxcan heritage, documenting parameters and prompts, and evaluating outcomes with experts and students in a pilot educational context. Preliminary policies for use and dissemination are outlined to balance cultural visibility and respect for community contexts, laying the groundwork for future ethical and licensing guidelines. Findings include a digital catalog with over 100 parametric variations, graphic prototypes, and simplified 3D models, with positive feedback on symbolic coherence and educational potential. Conclusions highlight generative design as a bridge between past and present, capable of revitalizing indigenous narratives and offering a replicable model for other poorly documented traditions, contributing to debates on inclusive collective memory.

Keywords: generative design, cultural heritage, caxcan culture, cultural reinterpretation, digital humanities

1. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos prehispánicos, las comunidades indígenas de Jalisco y Zacatecas dejaron huellas culturales fragmentadas en los relatos predominantes. Aunque los Caxcanes destacan por su resistencia en la Guerra del Mixtón (1541-1542) y su cosmovisión ligada a la naturaleza (Weigand, 1985), la escasez de vestigios atribuidos dificulta reconstruir su universo simbólico (Lumholtz, 1902; García, 2015). Esto plantea la urgencia de metodologías que rescaten y reinterpreten fragmentos patrimoniales de forma rigurosa y respetuosa, adoptando enfoques decoloniales en diseño generativo y considerando la ética en repositorios digitales e IA para guiar la investigación. Según Escobar (2018), los enfoques decoloniales en diseño requieren articular procesos que reconozcan la pluralidad de saberes y eviten imponer visiones hegemónicas; esto resulta esencial al aplicar diseño generativo para reinterpretar patrimonios fragmentarios.

1.1. Problemática

La desaparición de las comunidades indígenas como los Caxcanes ha llevado a una pérdida gradual de su memoria cultural. Este fenómeno se debe a múltiples factores, como la colonización, la marginación histórica y la falta de registros detallados sobre sus prácticas y creencias. Aunque existen algunos vestigios arqueológicos y referencias en crónicas coloniales, estos son insuficientes para reconstruir de manera integral su cosmovisión y expresiones culturales (García, 2021). Además, en el contexto contemporáneo, estas comunidades han sido excluidas de los discursos culturales y artísticos predominantes, lo que ha contribuido a su invisibilización.

La falta de representación contemporánea priva a las generaciones actuales de un legado cultural enriquecedor; en un contexto globalizado con riesgo de homogenización, rescatar y reinterpretar estas tradiciones con herramientas tecnológicas se vuelve esencial para preservar diversidad y sentido de pertenencia (Smith, 2006).

1.2. Justificación

Dada la fragmentación de los vestigios caxcanes y la urgencia de rescate de su memoria cultural, el diseño generativo se presenta como herramienta innovadora para reinterpretar esta herencia; en este sentido, García Velázquez (2023) subraya que las humanidades digitales proveen un marco de reflexión crítica sobre la integración de la IA y las humanidades, proponiendo ciclos de retroalimentación constantes entre las personas y los algoritmos (p. 151); así, al emplear algoritmos y parámetros para generar diseños complejos y únicos, esta metodología permite fusionar elementos culturales tradicionales con técnicas contemporáneas, obteniendo resultados que respetan el legado histórico al tiempo que se adaptan a contextos actuales (Oxman, 2016). En el caso de los caxcanes, el diseño generativo ofrece la posibilidad de reconstruir patrones, símbolos y formas arquitectónicas a partir de la información disponible, llenando vacíos con creatividad y rigor técnico; los enfoques decoloniales en diseño generativo aportan un marco crítico esencial para abordar reinterpretaciones de patrimonios fragmentarios. Además, este enfoque tiene el potencial de democratizar el acceso a la cultura, pues sus resultados pueden compartirse y reproducirse en formatos digitales, no solo rescatando la memoria caxcán, sino fomentando un diálogo entre pasado y presente que invite a las nuevas generaciones a apropiarse de su herencia de manera innovadora y significativa.

1.3. Objetivos

El objetivo principal de este estudio es explorar el potencial del diseño generativo como herramienta para rescatar y reinterpretar la cultura de los caxcanes a partir de vestigios fragmentarios. Para ello se plantean acciones específicas: 1) Recopilar y analizar información histórica y antropológica sobre los caxcanes; 2) Digitalizar y modelar elementos culturales utilizando herramientas digitales; 3) Crear piezas artísticas y prototipos que reinterpreten motivos caxcanes en diseños contemporáneos; 4) Validar los resultados con expertos en antropología e historia para asegurar coherencia simbólica; 5) Difundir los productos mediante repositorios digitales y publicaciones, con políticas éticas de uso y difusión. Este enfoque busca preservar la memoria cultural y generar nuevas formas de expresión relevantes en contextos actuales.

1.4. Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación que guían este estudio son: 1) ¿Cómo articular procesos de diseño generativo para dialogar con vestigios parciales de la tradición visual caxcán sin apropiación indebida de su significado?; 2) ¿Qué fuentes y criterios comparativos son pertinentes para fundamentar la parametrización de motivos atribuibles a los caxcanes?; 3) ¿De qué modo esta aproximación puede integrarse en contextos formativos para promover una comprensión crítica del patrimonio fragmentario?

2. MARCO TEÓRICO

El diseño generativo es una metodología que utiliza algoritmos y sistemas computacionales para crear diseños a partir de un conjunto de parámetros y restricciones definidos por el usuario. Esta técnica se caracteriza por su capacidad para explorar múltiples soluciones a un mismo problema, optimizando formas, estructuras y patrones de manera eficiente (Oxman, 2017). Entre sus características principales destacan la iteración, la adaptabilidad y la capacidad de generar resultados complejos y orgánicos.

En el arte, el diseño generativo ha permitido fusionar estética tradicional con innovación tecnológica; por ejemplo, Refik Anadol (2020) ilustra cómo proyectos de visualización generativa exploran dinámicas de datos y memoria cultural; asimismo, el diseño paramétrico aplicado al patrimonio brinda herramientas para explorar variaciones coherentes con la tradición; en la arquitectura, se ha empleado para optimizar estructuras, reducir costos y mejorar la eficiencia energética, como en el caso del diseño del pabellón Elytra Filament de la Universidad de Stuttgart, donde se utilizaron algoritmos para crear una estructura inspirada en la naturaleza (Menges, 2016).

Los caxcanes fueron un grupo indígena que habitó en la región de lo que hoy es Jalisco, Zacatecas y Aguascalientes, México. Conocidos por su resistencia durante la Guerra del Mixtón (1541-1542) contra los conquistadores españoles, su cultura se caracterizó por una profunda conexión con la naturaleza y una cosmovisión basada en la dualidad y el equilibrio (Weigand, 1985).

En términos de arte y arquitectura, los caxcanes desarrollaron técnicas de construcción en piedra y barro, creando estructuras ceremoniales y habitacionales que reflejaban su organización social y espiritual. Su simbolismo incluía representaciones de deidades asociadas a elementos naturales, como el sol, la luna y la tierra, así como patrones geométricos que adornaban cerámica

y textiles (Lumholtz, 1902). Kindl (2018) resalta que el simbolismo cromático en Mesoamérica se vincula a dimensiones rituales y cosmogónicas. Estos patrones estéticos, basados en formas repetitivas y simétricas, son un recurso valioso para su reinterpretación contemporánea. La comprensión de la cosmovisión indígena es clave para interpretar motivos culturales (López, 2018).

El diseño generativo ofrece una plataforma única para conectar el legado cultural de comunidades extintas, como los caxcanes, con las demandas y estéticas del mundo moderno. Al utilizar algoritmos para procesar y reinterpretar elementos culturales, esta tecnología permite la creación de diseños que respetan la esencia de la cultura original mientras se adaptan a contextos actuales (Oxman, 2017).

Por ejemplo, al introducir patrones caxcanes en sistemas generativos, es posible explorar variaciones infinitas de estos diseños, aplicándolos en campos como la moda, el diseño gráfico o la arquitectura. Estudios recientes indican que la impresión 3D permite crear réplicas táctiles seguras de artefactos frágiles, mientras que la realidad aumentada superpone información digital sobre objetos o sitios patrimoniales, facilitando su exploración y difusión a audiencias más amplias (Wilson et al., 2018; Boboc et al., 2022). Este enfoque no solo preserva la herencia cultural, sino que también la revitaliza, fomentando un diálogo entre el pasado y el presente.

Existen varios proyectos que han utilizado el diseño generativo para reinterpretar culturas indígenas o extintas. Un ejemplo destacado es el proyecto *Living Archive*, desarrollado por Neri Oxman, en su tesis doctoral titulada *Material Ecology*, describe un paradigma que integra los principios biológicos y tecnológicos para el diseño de materiales (Oxman, 2017).

Como destaca la Unesco (2023), las iniciativas de inteligencia artificial en contextos de pueblos indígenas deben diseñarse de forma participativa y respetuosa, permitiendo digitalizar patrones tradicionales y generar propuestas visuales que reflejen significados culturales sin imponer interpretaciones externas. Estos proyectos demuestran el potencial del diseño generativo como herramienta para la preservación y reinterpretación cultural.

3. MÉTODO

3.1. Enfoque de la investigación

Este estudio empírico se enmarca en una investigación aplicada interdisciplinaria que integra perspectivas de diseño, antropología, historia y tecnología para reinterpretar la cultura caxcana de manera integral y respetuosa. Adopta un enfoque mixto cualitativo-creativo, combinando recolección y análisis etnográfico y documental con procesos de diseño generativo y validación piloto en entornos educativos. La fase empírica incluyó entrevistas semiestructuradas con historiadores y arqueólogos, así como talleres prácticos con alumnas, donde se generaron y validaron prototipos de patrones mediante sesiones de retroalimentación con expertos. De este modo, se busca asegurar la rigurosidad académica y el respeto a la herencia cultural, al tiempo que se fomenta la innovación creativa y se prueba en la práctica la pertinencia de los resultados.

3.2. Instrumentos y participantes

Se emplearon los siguientes instrumentos y participantes: 1) Entrevistas semiestructuradas con expertos: se diseñó una guía de entrevista con temas clave (cronología caxcán, simbología central, criterios de correspondencia de motivos), participaron cinco expertos (tres historiadores

con publicaciones sobre la región y dos arqueólogos con experiencia en arte rupestre caxcán), las entrevistas se realizaron de forma presencial o virtual y se documentaron mediante notas de campo detalladas; posteriormente se enviaron resúmenes a cada experto para validación de la información recogida; 2) Notas de campo y memos de investigación: tras cada entrevista se elaboró un memo con síntesis de hallazgos y reflexiones sobre implicaciones para el diseño generativo, y estos memos sirvieron de base para la definición de parámetros formales; 3) Revisión documental y comparativa: se consultaron crónicas coloniales, artículos académicos y fuentes etnográficas relevantes, empleando análisis comparativo con tradiciones vecinas para identificar elementos gráficos y simbólicos plausibles; 4) Digitalización de vestigios: con fotogrametría y vectorización mediante Adobe *Photoshop* e *Illustrator* se digitalizaron ocho elementos visuales seleccionados (petrograbados, esculturas, motivos arquitectónicos y representaciones de Tenamxtili), registrando cada recurso con metadatos sobre origen, fecha de consulta, nivel de certeza y contexto de obtención; 5) Herramientas de diseño generativo e IA: se exploraron plataformas como Pika.art, ArtGuru, ChatGPT, Dall-E y Midjourney para formular *prompts* y generar imágenes basadas en parámetros históricos y simbólicos, documentando cada *prompt* y versión generada; 6) Modelado 3D y prototipado: se emplearon Maker world para generación inicial de mallas y Autodesk Maya para ajuste de geometría y texturas, produciendo modelos 3D de prototipos y registrando versiones y parámetros de modelado en metadatos; 7) Fichas de validación de características simbólicas: se diseñó un formulario/tablero donde los expertos anotaron la correspondencia simbólica, nivel de confianza (alto/medio/bajo) y sugerencias de ajuste para cada prototipo o patrón presentado; 8) Talleres con tres alumnas: las participantes realizan su servicio social y prácticas profesionales dentro del cuerpo académico *Estudios interdisciplinarios en la educación superior (CA1169)*, lo cual respalda su integración activa donde desarrollan habilidades en análisis cultural, documentación gráfica, aplicación de IA y creación de material visual, fomentando su formación como investigadoras en etapas iniciales; se les proporcionó un dossier documental y se impartieron sesiones prácticas de digitalización, formulación de *prompts* y modelado 3D, durante las cuales se tomaron notas de observación participante sobre dudas, estrategias creativas y reflexiones éticas de las estudiantes; 9) Dinámicas de retroalimentación: tras cada generación de prototipos se organizaron reuniones en las que las alumnas presentaron sus diseños al investigador y a expertos invitados, y se recogió *feedback* registrado en las fichas de validación; 10) Consentimiento y aspectos éticos: se informó a todos los participantes (expertos y estudiantes) sobre los objetivos de la investigación, el uso de notas de campo y productos de diseño, y se obtuvo su consentimiento verbal o escrito; aunque no se grabaron entrevistas, los resúmenes de notas fueron validados por los entrevistados para asegurar fidelidad.

3.3. Procedimiento

El procedimiento se desarrolló en varias fases coordinadas, documentadas paso a paso: 1) Planificación y curaduría documental: se compilaron referencias bibliográficas, crónicas coloniales y registros etnográficos sobre la cultura caxcán; se contactaron museos e instituciones (Museo de Teocaltiche, Museo regional de Guadalajara, mediateca INAH) para obtener imágenes limitadas y se seleccionaron ocho elementos visuales con criterio de coherencia históri-

ca y nivel de certeza; 2) Digitalización y esquematización: con fotogrametría y vectorización se digitalizaron petrograbados, esculturas y referencias arquitectónicas, generando esquemas formales iniciales y guardando cada archivo con metadatos (origen, fecha, nivel de certeza y notas de campo); las metodologías digitales en humanidades brindan un enfoque crítico para documentar y analizar vestigios culturales; para contextualizar la digitalización de petrograbados en la región se consideró el estudio de Mountjoy (2012) sobre arte rupestre en Jalisco, que describe técnicas de incisión y posibles pautas simbólicas basadas en etnografía huichol, orientando la parametrización de motivos en el diseño generativo; 3) Definición de parámetros formales: a partir de la revisión de tradiciones vecinas y entrevistas semiestructuradas con expertos se concretaron criterios para parametrizar motivos (por ejemplo, eje dualidad naturaleza-cosmos, variabilidad orgánica, referencias astronómicas) y se definieron parámetros paramétricos (ángulos, repeticiones, gradientes de forma o color) en función de dichos criterios; 4) Generación con IA y diseño generativo: se elaboraron *prompts* y configuraciones paramétricas en plataformas como Midjourney, Dall·E y Pika.art, integrando referencias históricas y los esquemas digitalizados; se generaron múltiples variaciones para llegar a resultados deseados; 5) validación experta y ajustes: se presentaron los prototipos generados a historiadores y arqueólogos, exponiendo su origen documental y proceso de generación; en cada sesión los expertos completaron fichas de validación indicando correspondencia simbólica, nivel de confianza y sugerencias de ajuste; se consolidaron los comentarios en una matriz de correspondencia simbólica para identificar patrones de acierto y aspectos a refinar (proporciones, cromatismos, variaciones orgánicas) y, cuando fue posible, se ajustaron *prompts* o parámetros según *feedback*, generando nuevas versiones validadas nuevamente; 6) Prototipado final: las versiones seleccionadas se convirtieron en prototipos mediante modelado 3D en Autodesk Maya, *mock-ups* gráficos (tazones, tejidos, vasos) y animaciones en Pika.art, registrando cada prototipo con metadatos finales y describiendo su potencial aplicación; 7) talleres con estudiantes y evaluación piloto: en un ciclo de cuatro sesiones participaron tres alumnas, a quienes se entregó un dossier con la información documental y guía de uso de herramientas; durante cada sesión se tomaron notas de observación participante sobre su proceso creativo, dudas éticas y aprendizajes; las alumnas produjeron más de 100 variantes de patrones y presentaron sus resultados al investigador y a expertos invitados, quienes completaron fichas de validación adicionales; se solicitó a las alumnas una breve reflexión escrita o encuesta cualitativa sobre su experiencia (dificultades, aprendizajes, percepción de coherencia simbólica y responsabilidad ética); 8) Análisis y síntesis de resultados: se elaboró una tabla de resultados que cruza patrones generados, validación experta y reflexiones de las alumnas, identificando porcentaje de correspondencia alta y temas emergentes, y se redactó un informe interno que sintetiza criterios eficaces, retos metodológicos y recomendaciones para futuras fases (validación comunitaria, ampliación de muestra, elaboración de rúbricas); 9) Planificación futura: con base en los hallazgos se bosquejó un plan para ampliar entrevistas y talleres con custodios comunitarios y poblaciones locales, así como la formalización de una guía ética del repositorio; 10) Consideraciones técnicas y éticas en todo el proceso: todas las sesiones de entrevista se documentaron mediante notas y memos validados con los entrevistados, se garantizó el consentimiento informado de expertos y estudiantes, cada prototipo se acompañó de metadatos que registran

el nivel de inferencia y la fuente original para transparentar los grados de especulación en la re-interpretación, y las iteraciones con IA se realizaron priorizando modelos con datos autorizados o libres, evitando infracciones de licenciamiento.

3.4. Experiencia de campo y recolección de datos

Se inició el trabajo de campo y recolección de datos combinando fuentes documentales y entrevistas con expertos: 1) Investigación etnohistórica y decolonial: se revisaron documentos en línea, bibliografía académica, crónicas coloniales y estudios previos sobre la región caxcana; 2) Contactos con instituciones: se estableció comunicación con el Museo de Teocaltiche (Zacatecas) y el Museo Regional de Guadalajara (Jalisco), así como con la mediateca del INAH, obteniendo accesos limitados a fotografías y referencias y registrando en un log de correspondencia las fechas de consulta y condicionamientos de uso; 3) Entrevistas informales con expertos: se mantuvieron conversaciones con arqueólogos y custodios locales para identificar vestigios relevantes, documentando notas detalladas de cada conversación y validando los resúmenes con los interlocutores pese a no haber grabado audios; 4) Selección de vestigios: con base en criterios de coherencia histórica y nivel de certeza se eligieron ocho elementos visuales (dos petroglifos, dos esculturas pequeñas en roca, la pirámide del Cerro del Teúl, dos esculturas antropomorfas decapitadas del juego de pelota y la estatua contemporánea de Tenamactli). Las investigaciones previas sobre el Cerro del Teúl aportan contexto esencial para la digitalización de vestigios (Jiménez Betts, 2020); 5) Digitalización: dos investigadores y tres alumnas realizaron fotogrametría en campo cuando fue viable o trabajaron con fotografías disponibles, seguido de vectorización en Adobe *Illustrator*, documentando cada paso en notas de laboratorio y en metadatos de los archivos; 6) Reconocimiento de niveles de certeza: en cada ficha se consignó el nivel de certeza (alto/medio/bajo) según la solidez de la evidencia documental o arqueológica, indicando claramente cuándo se trata de inferencias o hipótesis creativas fundamentadas en analogías con tradiciones vecinas.

3.5. Dirección y formación de estudiantes

Se diseñó un proceso de mentoría activa y evaluación formativa con las alumnas, documentando competencias y aprendizajes: 1) Lecturas y discusiones previas: se seleccionó bibliografía sobre la cosmovisión caxcán y la naturaleza fragmentaria del patrimonio, en sesiones iniciales se llevaron a cabo discusiones guiadas donde las alumnas compartieron sus percepciones y preguntas, registradas en notas de debate; 2) Sesiones prácticas de digitalización: en dos talleres presenciales se enseñó fotogrametría básica o, cuando no fue posible, trabajo con fotografías, y vectorización en Adobe *Photoshop* e *Illustrator*, supervisando cada ejercicio y empleando una rúbrica básica adaptada para esta fase que valoraba la precisión en la extracción de motivos y la claridad en la documentación de metadatos; 3) Introducción a diseño generativo e IA: en sesiones posteriores se presentó la lógica de *prompts* y parámetros, se guió a las alumnas en la formulación de *prompts* iniciales y en el registro de versiones de *outputs*, y las alumnas completaron una breve ficha por cada prueba donde anotaron la descripción del *prompt*, la herramienta empleada y reflexiones sobre la coherencia simbólica percibida; 4) Observación participante:

durante todas las sesiones el investigador tomó notas sobre dudas frecuentes, decisiones metodológicas de las alumnas y reflexiones éticas surgidas, por ejemplo incertidumbre sobre límites de interpretación; 5) Sesiones de presentación y retroalimentación: tras cada fase de generación las alumnas presentaron sus prototipos en formato de exposición breve explicando su origen documental y proceso de generación, se invitó a expertos historiadores o arqueólogos a algunas de estas sesiones para ofrecer *feedback* directo registrado en fichas de validación específicas; 6) Registro de reflexiones de estudiantes: al finalizar el ciclo de talleres se solicitó a cada alumna un texto breve o encuesta abierta donde describieran aprendizajes clave, retos enfrentados (por ejemplo formular *prompts* adecuados) y su percepción sobre la responsabilidad ética en la reinterpretación; 7) Evaluación formativa: se utilizó una rúbrica adaptada para valorar la calidad técnica del prototipo (uso de herramientas, documentación de metadatos), la coherencia simbólica (fundamentación en fuentes y *feedback* experto), la reflexión crítica (capacidad de argumentar decisiones de diseño y reconocer niveles de inferencia) y las competencias éticas (respeto de licencias, atribución, reconocimiento de incertidumbre); aunque esta rúbrica fue básica y exploratoria, permitió orientar a las alumnas y servir de base para iteraciones futuras; 8) Énfasis ético continuo: en cada actividad se reforzó la importancia de respetar licencias de software, atribuir fuentes documentales, documentar niveles de certeza en cada interpretación y considerar la necesidad de validación comunitaria futura.

3.6. Guía para docentes e implementación educativa

Para implementar esta metodología en un curso o taller de diseño se propone un esquema en varias etapas: 1) Contextualización de la cosmovisión caxcán, la naturaleza fragmentaria del patrimonio y la relevancia ética de su reinterpretación, mediante lecturas y debate; 2) Adquisición de competencias en digitalización de vestigios con herramientas como *Photoshop* o *Illustrator* y registro de metadatos esenciales (origen, nivel de certeza); 3) Introducción a diseño generativo e IA, formulando *prompts* basados en referencias culturales y documentando versiones en un repositorio; 4) Iteración y validación preliminar con *feedback* de historiadores y arqueólogos para ajustar la coherencia simbólica de los diseños; 5) Prototipado aplicado en *mock-ups* o modelos 3D que ilustren potenciales usos (productos o aplicaciones); 6) Reflexión crítica sobre responsabilidad ética, niveles de inferencia y licenciamiento, y elaboración de un borrador de guía ética localizable en el repositorio. Para mayor detalle de actividades, cronograma y rúbricas exploratorias, puede consultarse la Guía completa en <https://acortar.link/iL9tG3>.

3.7. Ejemplos de casos de desarrollo de *prompts* y prototipos

Como caso ilustrativo del proceso de animación, una de las estudiantes partió de la fotografía de una estatua caxcán documentada en campo; tras generar con IA una imagen realista del personaje basada en descripciones históricas, se seleccionó un paisaje digital alineado con su territorio ancestral. En la plataforma de animación (Pika.art), se configuró el *prompt* detallado indicando el estilo de imagen, la postura, acción, vestimenta y entorno, iterando versiones hasta lograr coherencia simbólica. Este resultado se integró en un video breve donde el personaje interactúa con elementos naturales, respetando proporciones y estilo derivado de los motivos

analizados. De forma similar, el modelado 3D de esculturas se inició con escaneo o referencia fotogramétrica, exportando mallas de modelado desde Maker world (IA) e importándolas a Autodesk Maya (software de modelado) para ajustar la geometría y texturas según patrones digitalizados, para concluir con el guardado de la malla y/o el renderizado del producto o prototipo. Estos ejemplos ilustran el flujo metodológico: de vestigio parcial a *prompt* o modelo base, iteración con *feedback* experto y prototipado final.

3.8. Recursos en línea

Los recursos generados (patrones gráficos, modelos 3D, animaciones y documentación asociada) se alojan en un repositorio en la nube, accesible en: <https://acortar.link/iL9tG3> (acceso libre para fines académicos y bajo las políticas preliminares descritas). En dicho repositorio se organizan carpetas por tipo de recurso: figuras, vectorización de figuras, tramas en blanco y negro, tramas a color y aplicaciones en productos (mockups de gráficos, modelado y animación), metadatos de cada archivo (fuente de la imagen original, parámetros de IA, nivel de certeza, etc.) y enlaces a tutoriales detallados. En futuras versiones, se pretende incorporar formularios de consulta y una guía ética para usos comerciales o colaborativos con custodios u otras instituciones.

3.9. Políticas preliminares de uso y difusión

Aunque la guía formal de condiciones de uso y difusión está aún en construcción, en esta fase inicial se establecen criterios básicos para gestionar el patrimonio visual caxcán en el repositorio, sin desviar el foco de la metodología. Se exige atribuir claramente el origen, contexto y nivel de certeza de cada recurso digitalizado. Asimismo, se propone un mecanismo de consulta previa para cualquier uso que vaya más allá de lo académico o pedagógico, de modo que aplicaciones comerciales o institucionales se realicen bajo acuerdos éticos con custodios y representantes comunitarios. Este enfoque equilibra la necesidad de difusión para estudio y docencia con el respeto a las prácticas y sensibilidades de la comunidad caxcán. Las políticas se revisarán periódicamente, incorporando retroalimentación de estudiantes, investigadores y actores comunitarios, y detallando en el futuro procedimientos de metadatos, solicitudes de acceso y protocolos de consentimiento. Estos criterios provisionales sientan la base de la guía formal que acompañará al repositorio, orientando a todos los usuarios a emplear los recursos con responsabilidad y reforzando la confianza, el valor pedagógico y la sostenibilidad del proyecto.

4. RESULTADOS

4.1. Hallazgos de entrevistas con expertos

En las entrevistas semiestructuradas con cinco expertos (tres historiadores y dos arqueólogos) se identificaron tres ejes simbólicos centrales que orientan la parametrización de motivos: 1) dualidad naturaleza-cosmos como principio rector de composición; 2) variabilidad orgánica entendida como la presencia de imperfecciones intencionales que reflejan procesos naturales; 3) simbolismo astronómico asociado a referencias de sol, luna y ciclos celestes. Además, emergieron criterios sobre proporciones y esquemas de repetición: los expertos coincidieron en que las repeticiones deben mantener variaciones sutiles en tamaño o ángulo para reflejar la dinámica

de la tradición caxcán; señalaron la conveniencia de registrar metadatos de cada iteración para documentar el nivel de inferencia; recomendaron consignar siempre el grado de certeza (alto/medio/bajo) de cada elemento empleado. Estos hallazgos fundamentan la definición de parámetros formales en el diseño generativo y sirven de base para validar prototipos.

4.2. Validación de patrones generativos

Las alumnas produjeron más de 100 variantes de patrones generativos basados en la información documental y los criterios extraídos de las entrevistas; en la primera ronda de validación, 83 de esos patrones obtuvieron nivel alto de correspondencia simbólica según fichas de validación completadas por los expertos; en 32 patrones se apuntaron ajustes concretos: refinar proporciones (por ejemplo, relación de ejes en motivos triangulares), matizar cromatismos para aproximarse a pigmentos tradicionales y añadir variaciones orgánicas que eviten rigidez excesiva. Cada prototipo validado se documentó con metadatos que incluyen origen documental, *prompt* o parámetros empleados, fecha de generación y grado de confianza asignado. El análisis de la matriz de correspondencia mostró que los parámetros relacionados con la dualidad (por ejemplo, uso de contrastes claros/oscuros) y referencias astronómicas presentaron tasas de éxito más altas, mientras que las propuestas que incorporaban motivos menos documentados requirieron iteraciones adicionales. Este proceso confirmó la viabilidad de traducir criterios etnográficos a parámetros computacionales, así como la necesidad de iterar según la retroalimentación del experto.

4.3. Reflexiones y aprendizajes de las estudiantes

En las reflexiones cualitativas recogidas de las tres alumnas al finalizar el ciclo de talleres se registraron aprendizajes y retos clave: 1) Mayor comprensión del vínculo entre contexto histórico y decisiones de diseño, pues al formular *prompts* más informados mejoró la calidad de los outputs; 2) Dificultad inicial en la precisión de *prompts*, superada tras iteraciones guiadas y discusión del *feedback* experto; 3) Conciencia de la importancia de documentar metadatos (origen, parámetros, nivel de certeza) para transparentar el proceso creativo; 4) Reconocimiento de la dimensión ética: las alumnas manifestaron que la validación con expertos reforzó su sentido de responsabilidad en la reinterpretación cultural; 5) Interés en profundizar en metodologías de validación comunitaria en fases siguientes. Estas reflexiones formativas confirman que el enfoque mixto cualitativo-creativo no solo genera prototipos coherentes, sino que fortalece competencias críticas y éticas en los estudiantes.

4.4. Síntesis de resultados formativos y metodológicos

Los resultados de la fase piloto evidencian que la combinación de análisis etnográfico/documental y diseño generativo permite obtener patrones coherentes con la tradición caxcán cuando se siguen criterios claros definidos a partir de entrevistas con expertos; la validación de más de 100 variantes mostró una tasa de correspondencia alta en la mayoría de casos, confirmando la eficacia de la metodología mixta; las reflexiones de las alumnas destacan el valor pedagógico del proceso iterativo y la reflexión crítica sobre uso de IA y documentación

ética. Al mismo tiempo, los ajustes identificados (proporciones, cromatismos, variaciones orgánicas) indican la necesidad de formalizar rúbricas de evaluación simbólica y ampliar la muestra en futuras fases. En conjunto, estos hallazgos fundamentan la viabilidad de la propuesta empírica, aportan indicadores concretos (porcentaje de correspondencia, ejes simbólicos validados) y orientan la planificación de validación comunitaria y refinamiento de instrumentos metodológicos.

4.5. Implicaciones de los resultados

Los datos obtenidos permiten concluir que: 1) La metodología empírica implementada cumple con preguntas de investigación al demostrar que procesos mixtos cualitativo-creativos pueden dialogar con vestigios fragmentarios sin imponer reconstrucciones definitivas; 2) La validación con expertos es esencial para garantizar la coherencia simbólica de prototipos generativos; 3) La formación de estudiantes en diseño generativo con enfoque ético fortalece su capacidad crítica y respalda la apropiación responsable del patrimonio; 4) La documentación sistemática de metadatos y niveles de certeza resulta imprescindible para la transparencia y trazabilidad; 5) Los hallazgos guían la formalización de rúbricas y la ampliación de fases piloto, incluyendo validación comunitaria. Estos resultados constituyen la base empírica que conecta metodología, discusión y conclusiones del capítulo.

5. CONCLUSIONES

La fase piloto evidenció que la combinación de investigación etnográfica, análisis comparativo y diseño generativo permite generar patrones coherentes a partir de indicios incompletos sin imponer interpretaciones concluyentes. A partir de entrevistas con historiadores y arqueólogos se tradujeron criterios simbólicos (dualidad naturaleza-cosmos, variabilidad orgánica, simbolismo astronómico) en parámetros computacionales, y la validación de más de 100 variantes mostró alta correspondencia en la mayoría de casos, con ajustes puntuales en proporciones, cromatismos y variaciones sutiles. La documentación sistemática de metadatos resultó esencial para transparentar el proceso creativo y trazar la evolución de las inferencias. Las reflexiones de las alumnas confirmaron que el enfoque mixto cualitativo-creativo fortaleció su entendimiento del vínculo entre contexto histórico y decisiones de diseño, así como su conciencia sobre la responsabilidad cultural al iterar *prompts* informados.

Para futuras fases, es recomendable enriquecer la base documental mediante participación comunitaria directa: ampliar entrevistas y talleres con custodios locales aportará matices contextuales que eviten interpretaciones externas reduccionistas. La existencia de una guía de uso ético del repositorio y de pautas para el empleo de IA, aunque aún en formato preliminar, subraya el compromiso con prácticas responsables; se sugiere ofrecer talleres o módulos que aborden citación correcta, respeto a licencias y acuerdos con custodios, documentación de *prompts* y versiones, y principios de confidencialidad antes de compartir recursos. La versión completa de dichas guías y plantillas de fichas y rúbricas exploratorias puede consultarse mediante enlace externo, de manera que el texto principal mantenga concisión sin omitir accesibilidad al detalle.

La robustez metodológica aumenta al implementar el proceso de forma supervisada y co-

laborativa: involucrar equipos interdisciplinarios (historiadores, arqueólogos, antropólogos, arquitectos, museógrafos, diseñadores industriales, animadores y especialistas en IA y ética digital) asegura la validación de contextos, la previsión de sesgos y la protección de derechos. Integrar alfabetización digital sobre funcionamiento y limitaciones de modelos generativos, reflexiones éticas aplicadas y prácticas colaborativas en planes de estudio permite que los estudiantes puedan discernir cuándo priorizar aportes comunitarios o decisiones propias frente a automatizaciones. Finalmente, conviene institucionalizar mecanismos de seguimiento y mejora continua: difundir periódicamente la guía ética y pautas de IA mediante materiales accesibles; formar comités interdisciplinarios que supervisen proyectos de diseño generativo en patrimonio; planificar evaluaciones regulares basadas en métricas y retroalimentación de usuarios y comunidades; e integrar validación comunitaria en cada ciclo de diseño. Estas acciones garantizan que la innovación en diseño generativo y la inclusión del patrimonio digital permanezcan enmarcadas en un compromiso formativo y cultural que respete y fortalezca la memoria colectiva.

AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Agradecemos al Centro INAH Zacatecas, al Archivo Municipal de Teocaltiche y a las comunidades locales por facilitar consulta de vestigios y crónicas. Gracias a especialistas y estudiantes participantes en fase piloto y al equipo del CUAAD de la Universidad de Guadalajara por apoyo institucional.

REFERENCIAS

- Anadol, R. (2020). *Machine hallucinations: Nature dreams*. Refik Anadol Studio. <https://refikanadol.com/works/machine-hallucinations-nature-dreams/>
- Boboc, R. G., Băutu, E., Gîrbacia, F., Popovici, N. y Popovici, D.-M. (2022). Augmented Reality in Cultural Heritage: An Overview of the Last Decade of Applications. *Applied Sciences*, 12(19), 9859. <https://doi.org/10.3390/app12199859>
- Escobar, A. (2018). *Designs for the pluriverse: Radical interdependence, autonomy, and the making of worlds*. Duke University Press. ISBN 978-0-8223-6785-0. Duke University Press.
- García, M. (2015). *Memorias perdidas: La invisibilización de las culturas indígenas en Jalisco*. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- García, M. (2021). Estudios recientes en patrimonio indígena de Jalisco. *Revista de Antropología Mexicana*, 12(3), 45–60.
- García Velázquez, L. M. (2023). Inteligencia artificial y patrimonio cultural: una aproximación desde las humanidades digitales. *Dicere*, (4), 180–191.
- Jiménez Betts, P. (2020). *Diálogos con el pasado: Cerro del Teúl, Zacatecas*. Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Kindl, O. (2018). *El occidente de México en la órbita de Mesoamérica: Arte, simbolismo e identidad*. Universidad de Guadalajara & INAH.
- López, A. (2018). *Cosmovisión y pensamiento indígena: Ensayos*. Ediciones Era.

- Lumholtz, C. (1902). *El México desconocido: Cinco años de exploración entre las tribus de la Sierra Madre Occidental*. Nueva York: Scribner.
- Menges, A. (2016). Material synthesis: Fusing the physical and the computational. *Architectural Design*, 86(2), 46–53.
- Mountjoy, J. B. (2012). *Arte rupestre en Jalisco: Un ensayo de interpretación* (2ª ed., corregida y aumentada). Acento Editores. https://www.academia.edu/108174940/Arte_rupestre_en_Jalisco
- Oxman, N. (2016). *Material-based design computation*. *Design Studies*, 43, 1–25.
- Oxman, N. (2017). *Material ecology* [Tesis doctoral, Massachusetts Institute of Technology]. MIT Media Lab. <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/107168>
- Smith, L. T. (2006). *Decolonizing methodologies: Research and indigenous peoples* (2nd ed.). Zed Books.
- Unesco. (2023). *Inteligencia artificial centrada en los pueblos indígenas: perspectivas desde América Latina y el Caribe*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387814>
- Weigand, P. (1985). Considerations on the archaeology and ethnohistory of the Mexicaneros, Tequales, Coras, Huicholes, and Caxcanes of Nayarit, Jalisco, and Zacatecas. *Contributions to the Archaeology and Ethnohistory of Greater Mesoamerica*.
- Wilson, P., Stott, J. M., Warnett, J. M., Attridge, A., Smith, M. P. y Williams, M. A. (2018). Museum visitor preference for the physical properties of 3D printed replicas. *Journal of Cultural Heritage*, 32, 176–185. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.02.002>

Aportaciones desde la transformación digital hacia la investigación y la innovación educativas

La transformación digital está redefiniendo la educación y plantea desafíos que exigen nuevas formas de comprender el aprendizaje en un mundo en constante cambio. En este contexto, *Aportaciones desde la transformación digital hacia la investigación y la innovación educativas* reúne estudios y experiencias que abordan cuestiones clave en torno a las tecnologías digitales en el ámbito educativo. Temas como la inteligencia artificial (IA), la realidad virtual o los dispositivos móviles, entre otros, se articulan para definir una perspectiva de integración entre tecnología y metodología.

A través de una selección de trabajos evaluados mediante un riguroso proceso científico, la obra ofrece investigaciones que exploran la formación inicial del profesorado, el aprendizaje de idiomas asistido por IA, el impacto del uso del teléfono móvil en la vida universitaria y las posibilidades de los entornos inmersivos en la enseñanza. Asimismo, los capítulos dedicados a la sostenibilidad, la educación ambiental y el diseño generativo amplían la mirada hacia ámbitos donde la tecnología abre vías inéditas para la creatividad y la participación ciudadana.

En conjunto, este volumen invita a comprender la digitalización como una oportunidad para construir modelos educativos más humanos, críticos y democráticos. Su lectura impulsa la reflexión y anima a pensar cómo la tecnología puede acompañar la innovación sin perder de vista los valores que sostienen la educación.

