Rosabel Roig-Vila
Miguel Cazorla (Eds.)

La educación ante la inteligencia artificial y la transformación digital

Desafíos y oportunidades



Horizontes Universidad

Octaedro

La educación ante la inteligencia artificial y la transformación digital. Desafíos y oportunidades

Rosabel Roig-Vila
Miguel Cazorla
(Eds.)

Octaedro Editorial

COLECCIÓN: Horizontes Universidad

TÍTULO: La educación ante la inteligencia artificial y la transformación digital.
Desafíos y oportunidades

EDICIÓN:
Rosabel Roig-Vila y Miguel Cazorla

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. Carmen Díez, (Universidad CEU Cardenal Herrera),
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6113-6233
– 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 2026

© De la edición: Rosabel Roig-Vila y Miguel Cazorla

© 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: 978-84-1079-495-5

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

Los retos de la digitalización educativa. Presentación 1

Rosabel Roig-Vila y Miguel Cazorla

Capítulo 1. **Competencia digital docente en inteligencia artificial: dimensiones, marcos de referencia y diseño de un instrumento de evaluación formativo** 5

Juan-Francisco Álvarez-Herrero, Rosabel Roig-Vila

Chapter 2. **Recognizing competencies and valuing learning pathways in the digital age: a systematic review of innovative solutions** 17

Gustavo Adolfo Angulo Mendoza, Jean-Luc Bédard, Isabelle Savard, Valéry Psyché, Patrick Plante, Cathia Papi

Capítulo 3. **El coste invisible de la inteligencia artificial en la formación de ingenieros: memoria, energía y responsabilidad digital** 31

María Corpus Barón Bautista

Capítulo 4. **Integración de la inteligencia artificial generativa en la enseñanza de la historia en el Grado de Maestro** 40

Sara M. Ferrero-Punzano, Rafael Sebastiá-Alcaraz

Capítulo 5. **IA y carrera docente: una reflexión sobre los efectos en la enseñanza, la formación y la planificación didáctica** 51

Cosimo Giovine, Mª Teresa Castilla Mesa

Capítulo 6. **La transformación digital en una universidad pública en México: una experiencia desde la gestión** 63

Teresa Guzmán Flores, Francisco León-Pérez, Reinalda Soriano Peña, José Adrian Macías Rodríguez

Capítulo 7. **FreeMobi: promoviendo la resiliencia digital y el bienestar infantil mediante el aprendizaje socioemocional en educación primaria** 76

Nahia Idoiaga Mondragon, Idoia Legorburu Fernandez, Garazi Lartundo López

Capítulo 8. **Uso problemático de las redes sociales en adolescentes y su relación con la ansiedad social: análisis diferencial por sexo** 85

María Carmen Jiménez-Real, David Aparisi, Dominica Ortega, Beatriz Delgado

Capítulo 9. **Integración crítica de las tecnologías digitales en la educación ambiental para fortalecer la participación estudiantil y promover prácticas sostenibles en contextos educativos** 99

Vasiliki Kollarou

Capítulo 10. El discurso sobre género y diversidad en los materiales didácticos digitales para la enseñanza secundaria. Una herramienta de análisis 113
Clara Martínez-Delgado

Capítulo 11. Rúbricas, autoevaluación y coevaluación en entornos digitales de Formación Profesional: evidencias de un estudio de caso 125
Jesús Miguel Parra, Santiago Rodríguez Fernández

Capítulo 12. Marco competencial de IA de la UNESCO y orientación estratégica del INTEF 135
Moisés Moreno Rando

Capítulo 13. Pensamiento computacional e inteligencia artificial adaptativa para el desarrollo del pensamiento algebraico temprano 147
Paola Noguera-Rosas

Chapter 14. A conceptual framework for ai in professional military education. Foundations for future comparative studies 160
Cristina Prego de Oliver-Lopez

Capítulo 15. "Humanos, máquinas y futuros posibles": tres representaciones didácticas de la inteligencia artificial en universos transmedia 170
José Rovira-Collado, Javier Fernández-Molina, Copelia Mateo-Guillén, María A. Ribes-Lafoz

Capítulo 16. Andragogía digital: actualizando los principios andragógicos para la formación a distancia de las personas adultas del siglo XXI 182
Iluminada Sánchez-Doménech, Miguel-Ángel Cabeza-Rodríguez

Chapter 17. Beyond classroom boundaries: how teacher ai literacy fosters collaborative and extra-role workplace behaviors 195
Magdalini Vlami

Los retos de la digitalización educativa. Presentación

La inteligencia artificial (IA) forma ya parte de las prácticas de estudio, enseñanza y gestión educativa. Su presencia plantea preguntas que no se resuelven con una relación de herramientas disponibles ni con una declaración general a favor o en contra de su uso. El profesorado necesita decidir qué tareas puede apoyar, cómo revisar sus respuestas y cuándo su incorporación ayuda a comprender mejor un contenido. Por otro lado, el alumnado debe aprender a utilizarla sin renunciar a elaborar sus propias ideas. Las instituciones, por su parte, han de establecer condiciones para la formación, la evaluación y el acceso.

La educación ante la inteligencia artificial y la transformación digital. Desafíos y oportunidades se sitúa en ese espacio de decisiones, donde las posibilidades de la tecnología se encuentran con los retos de la educación. Para ello, se cuenta con investigaciones, experiencias y reflexiones desarrolladas en distintos países, etapas y ámbitos formativos donde la diversidad de enfoques responde a la amplitud del asunto tratado.

En el caso de la IA, esta afecta a actividades concretas de aula, pero también a la organización de las instituciones, al reconocimiento de aprendizajes, a la formación docente y a la relación de niños, jóvenes y personas adultas con los entornos digitales. Por ello, el volumen invita a observar lo que sucede al utilizar una herramienta y las condiciones que hacen posible, limitan o cuestionan su uso. Una parte de las contribuciones se ocupa de la competencia docente en IA. Así, la extensión de las aplicaciones generativas ha hecho más visible una necesidad que ya existía en relación con otras tecnologías: disponer de criterios para seleccionar recursos, diseñar actividades, interpretar resultados y valorar sus implicaciones. Por otro lado, conocer las funciones de una aplicación constituye un punto de partida, pero no basta para decidir qué lugar debe ocupar en una secuencia didáctica. Esa decisión exige atender a los objetivos de aprendizaje, a las características del alumnado, a la fiabilidad de las respuestas y al grado de intervención que corresponde al profesorado. También exige reconocer los límites del propio conocimiento. Por ello, los marcos competenciales y los instrumentos de evaluación que se examinan en el libro ofrecen referencias para orientar ese proceso y para identificar necesidades formativas concretas.

Todas estas cuestiones referidas a la articulación digital se manifiestan de maneras diferentes según el contenido que se enseña. La integración de IA generativa en la enseñanza de la historia, las relaciones entre pensamiento computacional y razonamiento algebraico temprano, o el uso de sistemas adaptativos muestran que la discusión pedagógica debe situarse en tareas reconocibles. ¿Qué aprende el alumnado al interactuar con una respuesta generada? ¿Qué parte del trabajo intelectual realiza por sí mismo? ¿Cómo puede el docente detectar un error, una simplificación o una explicación que parece convincente sin ser adecuada? Preguntas como estas desplazan la atención desde las prestaciones de la herramienta hacia la actividad de aprendizaje. A partir de ahí es posible valorar con mayor precisión cuándo su uso resulta pertinente.

La evaluación constituye otro ámbito en el que la transformación digital requiere decisiones cuidadosas. Las rúbricas, la autoevaluación y la coevaluación pueden hacer más visibles los criterios con los que se valora una tarea y ofrecer al alumnado oportunidades para revisar su trabajo. Su utilidad, sin embargo, depende de que esos criterios se comprendan, de que exista orientación durante el proceso y de que la actividad conserve relación con lo que se pretende aprender. La disponibilidad de un entorno digital no resuelve por sí misma estas condiciones. Fuera del aula también se producen cambios que afectan a las trayectorias educativas. Los recursos digitales abren posibilidades para documentar y reconocer competencias adquiridas en estudios formales, experiencias laborales y otros espacios de aprendizaje. Hacerlo de forma comprensible y fiable requiere procedimientos de valoración, acuerdos entre instituciones y atención a las personas que utilizarán esos sistemas.

Por otro lado, las experiencias de gestión universitaria incluidas en el volumen amplían esta perspectiva: muestran que una transformación digital implica decisiones organizativas sostenidas, con efectos sobre el trabajo cotidiano de quienes estudian, enseñan y administran. Su análisis ayuda a evitar que los cambios institucionales se reduzcan a la incorporación sucesiva de plataformas.

Otro gran ámbito que cabe destacar es que la pluralidad de edades y contextos presentes en el libro permite, además, atender a necesidades que no conviene tratar como equivalentes. En la infancia y la adolescencia, los dispositivos móviles y las redes sociales forman parte de la vida social y de las experiencias emocionales del alumnado. Educar para su uso exige escuchar a niños y jóvenes, comprender sus prácticas y trabajar con las familias y los centros. Por ello, las investigaciones sobre bienestar digital y uso problemático de las redes aportan elementos para abordar estas situaciones sin convertir toda relación con las pantallas en un problema ni pasar por alto las dificultades que pueden aparecer. En la formación de personas adultas, en cambio, adquieren especial importancia la experiencia previa, los motivos para estudiar, la organización del tiempo y la relación entre los contenidos del curso y la vida de cada participante. La enseñanza a distancia necesita partir de esas condiciones para diseñar apoyos pertinentes, aspecto también abordado en este volumen.

La dimensión social de la educación digital se aborda también en estas páginas. Las imágenes, ejemplos, personajes y relatos intervienen en la forma en que se representa el mundo. Examinar cómo aparecen el género y la diversidad en los materiales digitales permite preguntar qué voces tienen presencia, cuáles quedan ausentes y qué ideas se presentan como naturales. Del mismo modo, las narrativas sobre IA que circulan en películas y otros medios influyen en las expectativas del alumnado. Pueden servir como punto de partida para discutir cómo se construyen las imágenes de las máquinas y para distinguir esas representaciones de las capacidades y limitaciones de los sistemas actuales. El volumen aborda, asimismo, la relación entre digitalización y sostenibilidad. El uso de tecnologías requiere dispositivos, infraestructuras, energía y recursos cuya existencia suele quedar fuera de la experiencia inmediata de quien consulta una aplicación. Incorporar estos costes a la reflexión educativa ayuda a situar la responsabilidad digital en prácticas concretas. A la vez, los recursos tecnológicos pueden apoyar actividades de educación ambiental que relacionen la investigación del entorno con la participación del alumnado. Ambas cuestiones merecen examinarse juntas: las herramientas empleadas para estudiar

los problemas ambientales también tienen condiciones materiales que deben conocerse.

Cabe señalar que en los diferentes trabajos aparece una preocupación compartida por el juicio humano. Se advierte en la formación del profesorado, en el análisis de materiales, en las propuestas de enseñanza y en los estudios sobre gestión. También se hace visible en ámbitos profesionales donde una respuesta automatizada puede influir en decisiones de alcance considerable. Disponer de más información o producir una respuesta con rapidez no equivale a comprender una situación ni a asumir la responsabilidad de actuar. La educación tiene aquí una tarea específica: ofrecer conocimientos y oportunidades de análisis para que las personas puedan formular preguntas, contrastar resultados y justificar sus decisiones.

Por ello, los capítulos no ofrecen un modelo único de integración tecnológica, ni podrían hacerlo ante situaciones tan distintas. Su lectura conjunta permite reconocer relaciones entre asuntos que a menudo se estudian por separado. Cada investigación o experiencia aporta elementos desde su propio alcance y el interés del conjunto reside en la conversación que puede establecerse entre esas aportaciones.

Esperamos que este libro sea útil para docentes, investigadores y responsables educativos que se enfrentan a decisiones sobre IA y transformación digital. La velocidad con la que cambian las herramientas hace difícil disponer de respuestas definitivas. Sí es posible, en cambio, precisar las preguntas: qué se pretende enseñar, qué evidencia permite valorar una propuesta, a quién beneficia, qué dificultades introduce y quién responde por sus resultados. Las páginas que siguen ofrecen materiales para sostener ese examen y para situar las decisiones tecnológicas dentro de la responsabilidad educativa que les corresponde.

Este trabajo se realiza en el seno del proyecto CIPROM/2026/89 TEACH-AI: Teaching Evaluation and Adaptive Classroom Hybrid with Artificial Intelligence, de la Conselleria d'Innovació, Universitats, Ciència i Societat Digital de la Generalitat Valenciana.

Rosabel Roig-Vila, Universidad de Alicante
Miguel Cazorla, Universidad de Alicante
Editores

Capítulo 1. Competencia digital docente en inteligencia artificial: dimensiones, marcos de referencia y diseño de un instrumento de evaluación formativo

Juan-Francisco Álvarez-Herrero
https://orcid.org/0000-0002-9988-8286, Universidad de Alicante (España)

Rosabel Roig-Vila
https://orcid.org/0000-0002-9731-430X, Universidad de Alicante (España)

Resumen: La integración acelerada de la inteligencia artificial (IA) en los entornos educativos ha puesto de manifiesto una doble carencia: no existe consenso sobre qué competencias digitales en IA debe desarrollar el profesorado, ni hay instrumentos capaces de medirlas de forma rigurosa y, al mismo tiempo, útil para quien los completa. Este capítulo aborda esa doble laguna a través de dos objetivos conectados. El primero consiste en analizar y sistematizar las dimensiones de la competencia digital docente en IA, tomando como referencia marcos como DigCompEdu, el Marco de Competencias en IA para Docentes de la UNESCO y el modelo Intelligent-TPACK. El segundo presenta el diseño de un instrumento de evaluación con doble medida (competencia autopercibida y tareas de desempeño situado), lo que le confiere valor tanto diagnóstico como formativo. El instrumento no se concibe únicamente como herramienta de medición, sino como recurso de desarrollo profesional continuo: completarlo exige al docente enfrentarse a casos reales, reflexionar sobre decisiones pedagógicas concretas y tomar conciencia de sus propios límites en relación con la IA. Su construcción sigue las fases estándar de validación: definición del constructo, elaboración del banco de ítems, juicio de expertos mediante el método Delphi y análisis de fiabilidad tras la aplicación piloto. Este instrumento permite orientar a instituciones y administraciones educativas en la toma de decisiones sobre necesidades formativas del profesorado.

Palabras clave: competencia digital docente, inteligencia artificial, formación docente, instrumento de evaluación, DigCompEdu.

Abstract: The accelerated integration of artificial intelligence (AI) in educational settings has revealed a twofold deficiency: there is no consensus on which digital competencies in AI teachers should develop, nor are there instruments capable of rigorously and usefully measuring them for those who complete them. This chapter addresses this twofold gap through two interconnected objectives. The first is to analyze and systematize the dimensions of teachers' digital competence in AI, using frameworks such as DigCompEdu, the UNESCO AI Competency Framework for Teachers, and the Intelligent-TPACK model as references. The second presents the design of an assessment instrument with a dual measure (self-perceived competence and situated performance tasks), which gives it both diagnostic and formative value. The instrument is not conceived solely as a measurement tool, but as a resource for continuous professional development: completing it requires teachers to confront real-world cases, reflect on specific pedagogical decisions, and become aware of their own limitations in relation to AI. Its development follows standard validation phases: construct definition, item bank development, expert review using the Delphi method, and reliability analysis after pilot application. This instrument helps guide educational institutions and administrations in making decisions about teacher training needs.

Keywords: digital teaching competence, artificial intelligence, teacher training, assessment instrument, DigCompEdu.

1. INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial lleva años presente en las aulas de forma silenciosa (a través de plataformas adaptativas, sistemas de retroalimentación automatizada o motores de recomendación de contenido), pero fue la irrupción de los modelos de lenguaje de gran escala (LLM), y en particular la popularización de ChatGPT a finales de 2022, lo que convirtió la cuestión en urgente. De repente, el profesorado se encontró ante herramientas capaces de generar textos, imágenes, código y respuestas elaboradas a cualquier pregunta, y lo hizo sin apenas formación específica, sin marcos de referencia claros y, en muchos casos, sin tiempo para reflexionar sobre las implicaciones pedagógicas de lo que tenía delante.

Lo que ha cambiado no es solo la potencia de las herramientas. Lo que ha cambiado es la naturaleza de la relación entre el docente y la tecnología. Hasta hace poco, integrar tecnología en el aula significaba, en buena medida, dominar aplicaciones o plataformas con comportamientos predecibles. Los sistemas de IA generativa introducen una variable diferente: producen *outputs* que parecen correctos, aunque no lo sean, que pueden estar sesgados de formas difíciles de detectar a simple vista, y que varían según cómo se formule la consulta. Eso exige del profesorado un tipo de competencia distinto al que recogen los marcos digitales tradicionales.

Esta situación no es exclusiva de un país o de un nivel educativo. En los últimos años, instituciones como la UNESCO, la Comisión Europea y distintas administraciones nacionales han publicado marcos, directrices y recomendaciones que intentan orientar al profesorado sobre cómo integrar la IA de forma éticamente responsable y pedagógicamente fundamentada. Sin embargo, la proliferación de documentos no siempre se traduce en claridad sobre qué debe saber un docente concreto, en qué nivel y cómo puede saberlo. Tampoco garantiza que las instituciones de formación del profesorado dispongan de instrumentos para diagnosticar necesidades y orientar sus programas.

Este capítulo parte de esa constatación. La pregunta de fondo no es si el profesorado debería usar IA (esa discusión ya ha quedado superada por los hechos), sino qué necesita saber y saber hacer para integrarla de manera pedagógicamente fundamentada y éticamente responsable. Y, una vez identificadas esas competencias, cómo medirlas de un modo que vaya más allá de la autoevaluación convencional.

El texto se articula en cuatro apartados principales. El primero revisa el estado actual de los marcos de competencia digital docente y sus limitaciones frente al fenómeno de la IA. El segundo analiza las dimensiones específicas que debería contemplar una competencia digital docente en IA, sin reducirla a habilidades técnicas. El tercero desarrolla el diseño de un instrumento de evaluación con doble medida (autopercibida y de desempeño real), justificando sus fundamentos metodológicos y su valor formativo. El cuarto expone el proceso de construcción y validación previsto de dicho instrumento, incluyendo las fases de juicio de expertos y la aplicación piloto. El capítulo termina con una discusión sobre las tensiones y limitaciones del planteamiento propuesto.

2. LOS MARCOS DE COMPETENCIA DIGITAL DOCENTE ANTE EL RETO DE LA IA

Los marcos de competencia digital docente surgieron como respuesta a la necesidad de sistematizar qué significa enseñar bien en entornos tecnológicos. El más influyente a nivel europeo es el DigCompEdu, desarrollado por el *Joint Research Centre* de la Comisión Europea y publicado en 2017. Propone seis áreas de competencia (compromiso profesional, recursos digitales, enseñanza y aprendizaje, evaluación, empoderamiento del alumnado y desarrollo de la competencia digital de los estudiantes) distribuidas en 22 competencias y seis niveles de dominio (Punie, 2017). En España, este marco se

adaptó dando lugar al Marco de Referencia de la Competencia Digital Docente, aprobado en 2022, y que se ha convertido en la referencia común para la certificación oficial del profesorado (Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial [DGECT], 2022).

El problema es que estos marcos, aunque robustos, fueron diseñados antes de la generalización de la IA generativa (IAG). Sus competencias se centran en el uso de tecnologías digitales en un sentido amplio, pero no contemplan de forma explícita las capacidades que requiere trabajar con sistemas que aprenden, que generan contenido de forma autónoma y que operan con una opacidad difícil de gestionar pedagógicamente. Cabero-Almenara y Palacios-Rodríguez (2020) ya señalaban las limitaciones del DigCompEdu para capturar la complejidad del uso docente de las tecnologías emergentes, aunque en aquel momento la IAG aún no era el fenómeno masivo que es hoy.

Desde el ámbito europeo, la Comisión Europea publicó en 2022 unas directrices éticas sobre el uso de la IA y los datos en la enseñanza que, aunque no constituyen un marco de competencias propiamente dicho, sientan las bases para pensar la competencia docente en IA desde una perspectiva normativa y ética (Comisión Europea, 2022). La actualización de DigComp a su versión 3.0 en 2025 supuso un paso adicional: la IA deja de ser un contenido optativo para estar presente de forma transversal en todas las áreas del marco (Cosgrove y Cachia, 2025).

Desde la perspectiva pedagógica, Celik (2023) propuso el marco *Intelligent-TPACK* como extensión del modelo TPACK clásico (Mishra y Koehler, 2006). Su argumento es que el profesorado necesita no solo conocimiento tecnológico sobre la IA (saber qué herramientas existen y cómo funcionan a nivel básico), sino también conocimiento pedagógico específico sobre sus posibilidades educativas: en qué condiciones puede la IA potenciar el aprendizaje, cuándo es preferible una intervención humana, y cómo gestionar las implicaciones éticas de delegar en un sistema automatizado decisiones que afectan a estudiantes reales. El marco incluye una dimensión ética explícita, lo que lo diferencia de la mayoría de sus predecesores.

El avance más significativo a escala global llegó en 2024 con la publicación del Marco de Competencias en IA para Docentes de la UNESCO. Estructurado en cinco dimensiones (mentalidad centrada en la persona, ética y derechos humanos, fundamentos y aplicaciones de la IA, pedagogía para la IA, y desarrollo profesional docente) y con tres niveles de progresión (adquirir, profundizar y crear), es el primer marco global de este tipo y ha sido informado por una amplia consulta con los estados miembro y diversos expertos internacionales (UNESCO, 2024). Su orientación es explícitamente humanista: no se trata solo de enseñar con IA, sino de enseñar sobre IA, garantizando que su integración respete la dignidad humana y los principios de inclusión y sostenibilidad educativa.

Desde la investigación académica, la revisión crítica de Mikeladze et al. (2024) sobre los marcos de competencias docentes en IA, señala un problema de fondo que ninguno de los marcos institucionales resuelve del todo: la mayoría son normativas *top-down* elaboradas por expertos, sin participación real del profesorado como sujeto informante. Los marcos describen lo que los docentes deberían saber, pero raramente se basan en evidencias sistemáticas sobre lo que el profesorado realmente conoce, hace o necesita en sus contextos concretos. Los autores identifican, además, una tensión entre los marcos derivados de datos empíricos (que ofrecen descripciones detalladas de competencias) y los basados en modelos conceptuales (que pro-

porcionan visiones más amplias, pero menos operativas). E igualmente ocurre con los estudios que hay hasta la fecha sobre las competencias docentes en IA, todos ellos se basan en la autopercepción del docente y no en lo que verdaderamente el docente sabe hacer (Chiu et al., 2025; Guillén-Gámez et al., 2026; Wu et al., 2025).

Esta limitación es relevante no solo desde el punto de vista teórico, sino también práctico. Un instrumento de evaluación de la competencia docente en IA que aspire a ser útil para quienes trabajan en centros educativos reales no puede limitarse a operacionalizar un marco ideal. Necesita incorporar las tensiones y dificultades que los docentes encuentran cuando intentan integrar la IA en su práctica, y hacerlo desde una lógica de desarrollo profesional continuo.

3. DIMENSIONES DE LA COMPETENCIA DIGITAL DOCENTE EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Identificar las dimensiones de la competencia digital docente en IA no es un ejercicio trivial. La tentación habitual es organizar el constructo en torno a habilidades técnicas (saber usar tal o cual herramienta, saber formular un *prompt*, saber interpretar un resultado), pero eso reduce la competencia a su expresión más superficial y más perecedera, dado el ritmo de cambio de las propias herramientas. Lo que permanece relevante es la capacidad de pensar sobre la IA, de evaluarla y de tomar decisiones pedagógicas informadas en relación con ella.

Partiendo del análisis comparado de los marcos disponibles y de la investigación reciente, es posible identificar al menos cinco dimensiones que definen esta competencia de forma articulada.

3.1.Comprensión conceptual de los sistemas de IA

El profesorado necesita una comprensión básica, aunque no necesariamente técnica, de cómo funcionan los sistemas de IA con los que trabaja. No se trata de programar modelos ni de conocer los detalles matemáticos del aprendizaje automático, sino de entender qué es un modelo de lenguaje, cómo genera las respuestas, por qué puede producir alucinaciones o información incorrecta con total aparente confianza, y cuáles son los límites de su comprensión del contexto. Esta comprensión es previa a cualquier uso pedagógico informado (Álvarez-Herrero, 2026), porque sin ella es imposible evaluar críticamente los *outputs* generados ni transmitir al alumnado una actitud epistemológicamente correcta hacia estas herramientas.

Pita-Brionesk et al. (2025) subrayan que la competencia digital docente en el ámbito de la IA no puede desligarse de una comprensión mínima del funcionamiento de los sistemas, precisamente porque es lo que permite distinguir entre un uso informado y un uso acrítico que delega en la máquina decisiones que deberían seguir siendo humanas. Esta dimensión no pretende convertir a los docentes en expertos técnicos, sino dotarles de un nivel de comprensión suficiente para ejercer su juicio profesional cuando la herramienta produce algo que parece correcto, pero no lo es.

3.2. Uso pedagógico fundamentado

No todo lo que la IA puede hacer en un aula tiene valor pedagógico. Esta dimensión se refiere a la capacidad del docente para tomar decisiones sobre cuándo, cómo y para qué integrar la IA

en el proceso de enseñanza y aprendizaje, con una justificación pedagógica explícita que vaya más allá de la novedad o de la comodidad. Celik (2023), en su propuesta del marco *Intelligent-TPACK*, argumenta que los docentes necesitan un conocimiento pedagógico específico sobre las posibilidades de la IA: qué puede hacer que potencie el aprendizaje y qué aspectos del proceso formativo requieren intervención humana insustituible.

Esta dimensión implica, entre otras cosas, diseñar situaciones de aprendizaje en las que la IA tenga un papel metodológicamente justificado (como herramienta de andamiaje, como generador de materiales para analizar críticamente, como asistente en procesos de escritura o de resolución de problemas), y no simplemente como sustituto de tareas que antes realizaba el propio docente o el propio estudiante. La diferencia entre un uso pedagógicamente fundamentado y uno superficial no siempre es visible desde fuera: por eso una de las tareas de desempeño previstas en el instrumento pide precisamente que el docente distinga entre ambos tipos de uso ante casos reales.

3.3. Evaluación crítica de los *outputs* generados

Una de las habilidades más demandadas al profesorado en el contexto de la IA es la capacidad de evaluar la calidad, la precisión y los posibles sesgos de los contenidos generados automáticamente. Los modelos de lenguaje producen textos fluidos y formalmente coherentes, pero pueden contener errores de hecho, inconsistencias lógicas o sesgos derivados de los datos con los que fueron entrenados. Un estudio de la UNESCO (2024) documenta que los LLM tienden a representar roles de género de forma asimétrica, con las mujeres asociadas con mayor frecuencia a contextos domésticos y los hombres a ámbitos profesionales.

Para el profesorado, esta competencia tiene una doble dimensión: personal (ser capaz de detectar estos sesgos en los materiales que utiliza o crea con IA) y formativa (acompañar al alumnado en el desarrollo de un pensamiento crítico similar). La formulación del *prompt* no es solo una habilidad técnica, sino también una práctica epistémica: la manera en que se plantea una consulta condiciona los resultados de forma que un docente con competencia suficiente debería ser capaz de anticipar y analizar. Esto exige, además, una actitud de desconfianza epistemológica calibrada: ni el rechazo sistemático de los *outputs* ni su aceptación acrítica, sino la capacidad de someterlos al mismo escrutinio que cualquier otra fuente de información.

3.4. Ética, privacidad y gestión de datos del alumnado

El uso de la IA en entornos educativos plantea dilemas éticos que el profesorado debe ser capaz de identificar y gestionar. La Comisión Europea (2022) estableció directrices específicas al respecto, subrayando la necesidad de que los docentes comprendan las implicaciones del Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) cuando se usan herramientas de IA con información de menores, así como las condiciones en las que los sistemas de IA pueden considerarse de alto riesgo según el *AI Act* europeo de 2024. Esto no es una cuestión menor: muchas de las plataformas de IA más populares en contextos educativos procesan datos en servidores fuera de la Unión Europea, lo que genera implicaciones legales directas para cualquier docente que las utilice con su alumnado.

Esta dimensión no se reduce a conocer la normativa (aunque conocerla es necesario), sino a desarrollar la capacidad de tomar decisiones éticas situadas, lo que requiere criterio, no solo información. Ortí-Martínez et al. (2026) señalan que la formación ética en IA para el profesorado no puede limitarse a módulos informativos desconectados de la práctica: necesita estar integrada en la reflexión sobre decisiones pedagógicas concretas, como qué datos se comparten con qué plataforma, o cómo se gestiona la evaluación cuando parte del trabajo del alumnado ha podido ser asistida por la IA. Las implicaciones para la integridad académica son también un aspecto de esta dimensión que el profesorado necesita trabajar, y que no admite respuestas simples.

3.5. Desarrollo profesional continuo en IA

Dada la velocidad de cambio de la IA, ningún nivel de competencia adquirido en un momento dado puede considerarse definitivo. Esta dimensión hace referencia a la disposición y la capacidad del docente para mantenerse actualizado, para aprender de la propia práctica con IA y para participar en comunidades profesionales donde se comparten experiencias y reflexiones sobre su uso educativo. El marco de la UNESCO (2024) la incorpora explícitamente como una de sus cinco dimensiones, y es probablemente la que más diferencia la competencia de una capacitación técnica puntual.

Gutiérrez-Martín et al. (2022) han documentado que la competencia digital docente es un constructo dinámico cuyo desarrollo no se agota en la formación inicial ni en la acreditación: requiere condiciones institucionales que la favorezcan, tiempo para la reflexión y acceso a recursos actualizados. En el caso de la IA, esta condición es especialmente acuciante porque las herramientas cambian más rápido que los programas de formación. Un docente que domina una herramienta hoy puede encontrarse con que su funcionamiento ha variado sustancialmente en seis meses; la competencia en esta dimensión es, en buena medida, la capacidad de adaptarse a ese cambio sin perder el criterio pedagógico que orienta las decisiones de uso.

4. DISEÑO DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: DOBLE MEDIDA Y VALOR FORMATIVO

Los instrumentos disponibles para evaluar la competencia digital docente son, en su mayoría, cuestionarios de autoevaluación. El DigCompEdu Check-In (Cabero-Almenara y Palacios-Rodríguez, 2020) es probablemente el más utilizado en el contexto iberoamericano, y ha demostrado propiedades psicométricas aceptables en distintas muestras. Sin embargo, comparte con otros instrumentos similares una limitación fundamental: mide lo que el docente cree que sabe, no lo que realmente sabe o puede hacer.

La distancia entre competencia autopercibida y competencia real es un problema bien documentado en la investigación sobre alfabetización digital. En el contexto de la IA, esta brecha puede ser especialmente pronunciada: la facilidad de uso aparente de herramientas como ChatGPT genera una sensación de dominio que no siempre se traduce en capacidad para detectar sus limitaciones, para integrarlas pedagógicamente o para gestionar sus implicaciones éticas. El diseño y validación del cuestionario AI-ED-SAT (Sartor-Harada y Azevedo-Gomes, 2026), confirma la necesidad de combinar medidas de autopercepción con indicadores más objetivos para obtener un diagnóstico fiable de la competencia docente en IA.

El instrumento que se propone en este trabajo está concebido para generar dos medidas complementarias. La primera es la competencia digital en IA autopercibida, obtenida mediante un cuestionario estructurado en torno a las cinco dimensiones descritas en el apartado anterior y con ítems adaptados a los tres niveles de progresión del marco de la UNESCO (2024): adquirir, profundizar y crear. La segunda medida es la competencia digital en IA evaluada mediante tareas de desempeño situado, que ponen al docente ante situaciones reales y le piden que actúe, que decida o que analice.

Algunos ejemplos concretos de estas tareas de desempeño ilustran la lógica del instrumento. En la dimensión de comprensión conceptual, se puede presentar al docente una captura de una conversación con un LLM en la que el modelo produce una respuesta creíble pero incorrecta, y pedirle que identifique el error y explique por qué se ha producido. En la dimensión de uso pedagógico fundamentado, se pueden presentar dos propuestas de actividad con IA para un mismo nivel y materia (una metodológicamente sólida y otra superficial) y solicitar al docente que las valore y justifique su evaluación. En la dimensión de evaluación crítica, se puede proporcionar un conjunto de respuestas generadas automáticamente sobre un tema del currículo y pedir al docente que identifique sesgos, imprecisiones o ausencias relevantes.

Lo que hace pedagógicamente relevante este enfoque es que el propio proceso de completar el instrumento tiene un valor formativo. El docente no responde preguntas sobre lo que sabe: se enfrenta a situaciones que le obligan a activar su conocimiento, a identificar sus propios límites y a tomar conciencia de aspectos de la IA que quizá no había considerado antes. En ese sentido, el instrumento no es solo una herramienta de medición: es también una oportunidad de aprendizaje y, potencialmente, un punto de partida para el desarrollo profesional. Completar el instrumento implica enfrentarse a casos reales, reflexionar sobre decisiones pedagógicas concretas y reconocer la propia posición en relación con un fenómeno que ya está presente en todas las disciplinas y niveles educativos.

Este planteamiento conecta con la noción de evaluación auténtica, que propone medir el desempeño en contextos que se asemejan a los retos reales de la profesión. En el campo de la formación del profesorado, la evidencia acumulada sugiere que las tareas de desempeño situado son mejores predictores de la competencia real que los cuestionarios de respuesta cerrada (Darling-Hammond et al., 2017). Adaptar este principio al dominio de la IA docente no solo mejora la validez del instrumento, sino que lo convierte en un recurso genuinamente útil para el desarrollo profesional, cosa que los cuestionarios convencionales rara vez consiguen.

5. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

La construcción del instrumento sigue las fases estándar para el desarrollo de instrumentos de medida en ciencias sociales, adaptadas a las particularidades del constructo y al doble formato propuesto.

5.1. Definición del constructo y sus dimensiones

El primer paso consiste en delimitar con precisión qué se entiende por competencia digital docente en IA y cómo se articulan sus dimensiones. Esta delimitación se apoya en el análisis com-

parado de los marcos de referencia disponibles [DigCompEdu, el marco de la UNESCO (2024), el *Intelligent-TPACK* de Celik (2023), las directrices éticas de la Comisión Europea (2022)] y en la revisión de la investigación empírica más reciente sobre competencia docente en IA. El resultado es una matriz de especificaciones que relaciona cada dimensión con los indicadores observables que la definen, diferenciados por nivel de dominio.

Un aspecto relevante de esta fase es la decisión sobre el nivel de detalle del constructo. Los marcos institucionales tienden a proponer listados extensos de competencias que resultan difíciles de concretar en un instrumento manejable. La opción adoptada aquí es reducir el número de dimensiones a cinco (las descritas en el apartado anterior) y asegurarse de que cada una esté representada tanto en la escala de autopercepción como en las tareas de desempeño, lo que permite calcular índices de concordancia entre ambas medidas para cada docente y para cada dimensión por separado.

5.2. Elaboración del banco de ítems

A partir de la matriz de especificaciones se elabora un banco inicial de ítems para ambos formatos. Para la escala de autopercepción, se redactan afirmaciones en primera persona referidas a acciones o capacidades concretas, evitando formulaciones genéricas que puedan responderse de forma positiva sin que el docente tenga una competencia real. En lugar de "Soy capaz de usar herramientas de IA en mi práctica docente", se prefieren afirmaciones como "Puedo identificar si una respuesta generada por un modelo de lenguaje contiene información incorrecta o sesgada" o "Diseño actividades en las que el uso de IA tiene un propósito pedagógico explícito que puedo justificar".

Para las tareas de desempeño, se desarrollan escenarios a partir de situaciones reales documentadas en la investigación y en la experiencia de docentes que ya trabajan con IA. Cada escenario incluye un material de trabajo (una captura de una conversación, un fragmento de texto generado, una propuesta de actividad) y una tarea que el docente debe realizar: analizar, evaluar, reescribir, identificar problemas, comparar alternativas, etc. Se elabora también una rúbrica de corrección que permite puntuar las respuestas de forma sistemática y que puede usarse tanto para la evaluación por parte de los expertos como, eventualmente, para la autoevaluación diferida.

5.3. Validación mediante juicio de expertos

El banco de ítems se somete a juicio de expertos mediante un proceso estructurado en dos rondas. En la primera, se solicita a los expertos (seleccionados por su trayectoria en tecnología educativa, en el uso de la IA en educación y en la formación del profesorado) que valoren cada ítem en términos de relevancia, claridad y representatividad respecto al constructo. En la segunda ronda, se presentan los resultados agregados y se pide confirmación o revisión de las valoraciones. Este procedimiento sigue la lógica del método Delphi, que ha demostrado su utilidad en contextos similares de construcción de instrumentos en el ámbito de la competencia digital (Sartor-Harada y Azevedo-Gomes, 2026).

El criterio de inclusión de un ítem en el instrumento final es una valoración media de relevancia igual o superior a 3,5 sobre 4 y un índice de validez de contenido por ítem (IVC-I) igual

o superior a 0,78, siguiendo el umbral propuesto por Lawshe (1975) y habitualmente utilizado en este tipo de estudios. Los ítems que no alcanzan este criterio son eliminados o reescritos antes de la siguiente fase.

5.4. Aplicación piloto y análisis de fiabilidad

La versión preliminar del instrumento resultante de la fase de juicio de expertos se aplica a una muestra piloto de docentes en activo. El tamaño muestral mínimo para el análisis factorial exploratorio se estima en función de la ratio recomendada de al menos cinco participantes por ítem, con un mínimo absoluto de 100 participantes (Worthington y Whittaker, 2006). La muestra se diversifica en cuanto a la etapa educativa, el área disciplinar y el nivel de experiencia previa con la IA, para garantizar que el instrumento funciona de forma equivalente en distintos contextos.

El análisis de datos incluye el estudio de la fiabilidad interna mediante el coeficiente alfa de Cronbach y el omega de McDonald para cada dimensión, el análisis factorial exploratorio para confirmar la estructura del constructo, y el análisis de la correlación entre las puntuaciones de autopercepción y las de desempeño en cada dimensión. Este último análisis es especialmente informativo: una correlación alta indica que la autopercepción es un buen predictor de la competencia real en esa área, mientras que una correlación baja señala una dimensión donde los docentes tienen puntos ciegos que el instrumento puede ayudar a visibilizar. En esos casos, el instrumento cumple además una función de orientación para el diseño de acciones formativas específicas.

6. DISCUSIÓN

El planteamiento recogido en este capítulo responde a una necesidad real y urgente, pero también se inscribe en un debate más amplio sobre qué significa formar al profesorado en IA y cómo medir esa formación de manera que no se limite a certificar una exposición a contenidos.

Uno de los argumentos centrales de este trabajo es que la competencia digital docente en IA no puede reducirse a un conjunto de habilidades técnicas. Esto no es una posición novedosa (la investigación sobre competencia digital lleva años insistiendo en que el componente crítico y reflexivo es tan relevante como el técnico), pero adquiere una importancia particular cuando se habla de IAG y cuando no se quiere volver a repetir en errores del pasado en los que cuando se ha hablado de alguna tecnología digital se ha reducido su formación a estas habilidades técnicas. Un docente que usa un modelo de lenguaje para generar un examen sin analizar los posibles errores o sesgos del resultado no está ejerciendo una competencia digital: está delegando una responsabilidad pedagógica en un sistema que no está diseñado para asumirla. La competencia, en este sentido, es precisamente lo que permite al docente recuperar el control del proceso y ejercer su juicio profesional sobre los *outputs* de la máquina.

El segundo argumento que merece nuestra atención es el relativo al valor formativo del instrumento. La idea de que una herramienta de evaluación puede ser también una herramienta de aprendizaje no es nueva, pero su aplicación al dominio de la IA docente tiene implicaciones prácticas relevantes. Los centros educativos y las instituciones de formación del profesorado disponen de pocos recursos para desarrollar programas formativos específicos en IA, y la

simple difusión de marcos de competencias no garantiza ni el autodiagnóstico ni la reflexión profesional. Un instrumento que ponga al docente en situación de enfrentarse a casos reales relacionados con su propia práctica puede cumplir esa función con mucha mayor eficacia que una lista de competencias que el docente lee y percibe como más o menos aplicables a su situación.

Hay también algunas tensiones que conviene reconocer. La primera es la velocidad de la obsolescencia. Los marcos de competencias tardan años en construirse y validarse, pero las herramientas de IA cambian en meses. Un instrumento diseñado con los modelos y las plataformas disponibles hoy puede resultar parcialmente desfasado en aspectos técnicos dentro de dos años o incluso en pocos meses. La respuesta a esta tensión no es renunciar al rigor metodológico, sino diseñar el instrumento con un nivel de abstracción suficiente para que las dimensiones competenciales (comprensión conceptual, uso pedagógico, evaluación crítica, ética, desarrollo profesional) sigan siendo válidas, aunque las herramientas concretas cambien. Las tareas de desempeño situado, en cambio, deberán actualizarse periódicamente para mantenerse relevantes y reflejar los sistemas con los que el profesorado trabaja realmente.

La segunda tensión tiene que ver con la escala de aplicación. Un instrumento con la doble estructura propuesta requiere más tiempo de aplicación y más recursos para la corrección que un simple cuestionario. Esto puede limitar su uso en contextos donde el tiempo del profesorado es escaso. Una posibilidad para abordar esta limitación es desarrollar una versión abreviada de diagnóstico rápido, con menor precisión, pero mayor viabilidad práctica, que remita a la versión completa solo en los casos en que se detecten necesidades formativas específicas. La versión completa quedaría reservada para usos institucionales (como el diseño de planes de formación en centros o la acreditación de competencias) donde el tiempo invertido se justifica por las decisiones que de él se derivan.

Una tercera tensión, quizá la más estructural, tiene que ver con la estabilidad del propio constructo. Lo que hoy entendemos por competencia digital docente en IA está condicionado por las herramientas disponibles, los marcos regulatorios vigentes y el estado de la investigación pedagógica. Todo ello cambiará. Lo que no debería cambiar, y lo que este trabajo intenta proteger, es el principio de que enseñar bien con IA requiere comprensión, criterio y responsabilidad: los mismos atributos que definen la buena docencia en cualquier otro contexto.

REFERENCIAS

Álvarez-Herrero, J. F. (2026). Hacia una Alfabetización en IA Generativa como evolución de la Competencia Digital en Educación Superior. En *Innovación educativa: fundamentos pedagógicos para una transformación sostenible de la educación* (pp. 3365-3380). Dykinson.

Cabero-Almenara, J., y Palacios-Rodríguez, A. (2020). Marco Europeo de Competencia Digital Docente "DigCompEdu". Traducción y adaptación del cuestionario "DigCompEdu Check-In". *EDMETIC, 9*(1), 213-234. https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i1.12462

Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, *138*, 107468. https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468

Chiu, T. K. F., Ahmad, Z., y Çoban, M. (2025). Development and validation of teacher artificial intelligence (AI) competence self-efficacy (TAICS) scale. *Education and Information Technologies*, *30*, 6667–6685. https://doi.org/10.1007/s10639-024-13094-z

Comisión Europea. (2022). *Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators*. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. https://data.europa.eu/doi/10.2766/153756

Cosgrove, J., y Cachia, R. (2025). *DigComp 3.0: European Digital Competence Framework*, fifth edition. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. https://doi.org/10.2760/0001149

Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., y Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development*. Learning Policy Institute. https://eric.ed.gov/?id=ED606743

Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial [DGECT]. (2022, 12 de julio). Resolución de 1 de julio de 2022, por la que se publica el Acuerdo de la Conferencia Sectorial de Educación sobre la certificación, acreditación y reconocimiento de la competencia digital docente. *Boletín Oficial del Estado*, 166, 97982–97986. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2022-11574

Guillén-Gámez, F. D., Mena-Rodriguez, E., Recio-Muñoz, F., y Díaz-Vargas, B. L. (2026). Empowering Teachers for the AI-GenAI Era: Predictors of Digital Competence in Curriculum Innovation. *TechTrends*, 70, 689–701. https://doi.org/10.1007/s11528-026-01185-2

Gutiérrez-Martín, A., Pinedo-González, R., y Gil-Puente, C. (2022). ICT and Media competencies of teachers. Convergence towards an integrated MIL-ICT model. [Competencias TIC y mediáticas del profesorado. Convergencia hacia un modelo integrado AMI-TIC]. *Comunicar*, *70*, 21-33. https://doi.org/10.3916/C70-2022-02

Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology, 28*(4), 563–575.

Mikeladze, T., Meijer, P. C., y Verhoeff, R. P. (2024). A comprehensive exploration of artificial intelligence competence frameworks for educators: A critical review. *European Journal of Education, 59*(3), e12663. https://doi.org/10.1111/ejed.12663

Mishra, P., y Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education, 108*(6), 1017–1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Ortí-Martínez, J., Burgueño-López, J., y González-Ortiz, J. J. (2026). AI as ethical and pedagogical mediator in initial teacher education: a case study. *Frontiers in Education*, 11, 1779383. https://doi.org/10.3389/feduc.2026.1779383

Pita-Briones, K. M., Jiménez-Pin, K. E., Saldarriaga-Alvarado, I. P., y Meneses-López, S. G. (2025). Competencias digitales docentes frente a la inteligencia artificial educativa. *593 Digital Publisher CEIT, 10*(5), 900-916. https://doi.org/10.33386/593dp.2025.5.3569

Punie, Y. (Ed.) (2017). *DigCompEdu. Marco europeo para la Competencia Digital de los Educadores*. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. https://doi.org/10.2760/159770

Sartor-Harada, A., y Azevedo-Gomes, J. (2026). AI-ED-SAT: diseño y validación de un cuestionario para autoevaluar competencias docentes en IA educativa. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 29*(1), 79–110. https://doi.org/10.5944/ried.45413

UNESCO. (2024). *AI competency framework for teachers*. https://doi.org/10.54675/ZJTE2084

Worthington, R. L., y Whittaker, T. A. (2006). Scale development research: A content analysis and recommendations for best practices. *The Counseling Psychologist, 34*(6), 806–838. https://doi.org/10.1177/0011000006288127

Wu, H., Zeng, Y., Chen, Z., y Liu, F. (2025). GenAI competence is different from digital competence: developing and validating the GenAI competence scale for second language teachers. *Education and Information Technologies*, *30*, 22567–22591. https://doi.org/10.1007/s10639-025-13672-9

Chapter 2. Recognizing competencies and valuing learning pathways in the digital age: a systematic review of innovative solutions

Gustavo Adolfo Angulo Mendoza
https://orcid.org/0000-0002-4997-678X, Université TÉLUQ (Canada)

Jean-Luc Bédard
https://orcid.org/0009-0007-4481-0119, Université TÉLUQ, (Canada)

Isabelle Savard
https://orcid.org/0000-0001-6366-7847, Université TÉLUQ, (Canada)

Valéry Psyché
https://orcid.org/0009-0003-7299-7807, Université TÉLUQ, (Canada)

Patrick Plante
https://orcid.org/0000-0002-0860-5798, Université TÉLUQ, (Canada)

Cathia Papi
https://orcid.org/0000-0002-5193-3906, Université TÉLUQ, (Canada)

Abstract: This chapter presents the results of a systematic review examining innovative digital solutions for the recognition of prior learning and competencies (RPL). Drawing on 171 empirical studies, it identifies and classifies the most widely used tools for documenting, assessing, validating, and certifying competencies acquired through formal, non-formal, informal, and workplace learning pathways. Three main categories of instruments are analyzed: digital certifications, digital portfolios, and competency logbooks, with particular attention to their adaptability across diverse educational, professional, and lifelong learning contexts. The review also examines key challenges reported in the literature, including institutional resistance, interoperability issues, limited stakeholder engagement, and variability in assessment practices, alongside evidence-based best practices and practical solutions that support effective implementation. Building on these findings, eighteen action pathways are proposed to guide the development of an integrated provincial digital ecosystem for competency recognition, thereby fostering a more inclusive learning society that supports lifelong learning, workforce mobility, and responsiveness to evolving labour market demands.

Keywords: recognition of prior learning, digital competency tools, open badges, digital portfolios, micro-credentials.

1. INTRODUCTION

In recent years, interest in digital tools and processes for the recognition of prior learning and competencies (RPL) has grown considerably, driven by the increasing heterogeneity of workers' learning trajectories (Deloitte Access Economics, 2017). Several converging factors fuel this trend: projected workforce renewal needs in the face of demographic ageing, the profound transformation of work methods in preparation for the fourth industrial revolution, and a growing demand for interpersonal and transversal skills by employers and industries worldwide (World Economic Forum, 2018). Added to these structural forces are the expanding market for short, flexible training programs and the growing expectations for verifiable, portable competency credentials that can be rapidly recognized across organizational and sectoral boundaries.

Traditional diplomas alone are no longer sufficient to attest to employability in a knowledge economy characterized by rapid change and multi-contextual learning. They do not necessarily reflect the full range of practical competencies sought in today's labour market, nor do they capture the value of competencies acquired outside institutional walls. New approaches, such as micro-learning, digital competency portfolios (e.g., Europass, MySkillsFuture, Skill Matcher) and open digital badges, have emerged as alternatives for recognizing competencies acquired in non-traditional educational frameworks (Brassier-Rodrigues, 2016; Chen-Wilson & Argles, 2010; Lockley et al., 2016). These digital instruments facilitate the modularization of training pathways, support more flexible and self-directed learning processes, and are better aligned with learners' career objectives and market needs.

Nevertheless, implementing such systems raises significant challenges: data security, interoperability between platforms and institutions, the quality and credibility of certifications, and the persistent absence of a shared reference framework, all of which complicate professional mobility and the international recognition of qualifications (Alexander et al., 2019; Chakroun & Keevy, 2018). In Canada and Quebec specifically, initiatives such as MesCertif and francobadges.ca demonstrate a growing appetite for digital credentialing, but insufficient harmonization across actors limits their systemic reach and impact (Bamowongo & Baril, 2023; Pelletier & Courcot, 2023). Digital certification platforms continue to multiply in colleges, universities, and professional orders, yet they persistently struggle to valorize informally acquired competencies, skills that are increasingly critical in a rapidly changing labour market (Cool et al., 2020).

Against this backdrop, it becomes essential to develop shared, open protocols for documenting, authenticating, and sharing all forms of learning (formal, informal, and non-formal) so as to ensure fair, inclusive, and comprehensive competency recognition (Allais, 2017; Bateman & Coles, 2017; Hart & Chakroun, 2019). Quebec's ambition to become a learning society, where continuous learning is valued throughout life to support personal, professional, and social development, requires transforming educational, economic, and social structures to integrate lifelong education at the core of public policy and organizational practices (Commission des partenaires du marché du travail, 2024; Taddei, 2019). A lack of systematic research on the specific features, challenges, and success conditions of available RPL tools currently limits the effectiveness of their deployment.

This chapter presents the results of a systematic knowledge synthesis examining digital mechanisms and tools for competency recognition, with the dual aim of proposing evidence-based

solutions adapted to the Quebec context and informing the development of a digital competency record that valorizes the full diversity of learning pathways. This research pursues three main objectives: 1) to identify the most effective digital tools, practices, and mechanisms for documenting, assessing, and recognizing competencies developed through formal, non-formal, informal, or work-based learning; 2) to classify these tools, practices, and mechanisms according to their adaptability to different learning pathways and modes of acquisition; and 3) to identify obstacles reported by researchers and practitioners, highlight recognized best practices, and propose practical solutions to facilitate the implementation of digital competency recognition systems that accommodate the heterogeneity of individual learning, job-seeking, and professional pathways.

2. METHOD

Our methodological approach is grounded in a systematic review structured according to the PICOS framework (Population, Intervention, Comparison, Outcome, Study characteristics), ensuring rigour and reproducibility in publication selection (Angulo Mendoza et al., 2025). Selected studies focused on digital RPL tools as well as institutional recognition initiatives across diverse educational and professional contexts. Target populations included adult learners in formal, non-formal, and informal settings, including career-changers and individuals with non-linear learning trajectories. Eligible studies presented empirical findings on the effectiveness, adaptation, or professional impact of RPL devices, published between 2014 and 2024 in English, French, Spanish, or Portuguese from peer-reviewed sources across multiple countries and educational systems. Purely theoretical articles, theses, and publications without a direct link to competency recognition were excluded.

Seven databases were systematically queried: Education Research Complete, ERIC, ScienceDirect, Taylor & Francis, Cairn, Érudit, and Google Scholar. Search terms were organized into three semantic clusters: (1) recognition and assessment processes (e.g., prior learning assessment, validation of experiential learning); (2) learning contexts (e.g., adult learning, workplace learning, informal and non-formal education); and (3) digital recognition technologies (e.g., digital badges, micro-credentials, portfolios, competency logbooks, training passports). Strategies were adapted to the syntax and indexing conventions of each database, and searches were conducted across all four eligible languages to maximize geographic and institutional coverage.

After de-duplication, 1,212 publications underwent a first screening on titles and abstracts; 984 were retained for full-text review. Applying the full eligibility criteria yielded a final analytical corpus of 171 articles. Selection was managed using Covidence, a recognized systematic review platform. Data extraction followed a structured six-category grid covering publication metadata, study design, tool characteristics, assessment and recognition processes, effectiveness and impact indicators, and supplementary contextual information. Manual coding by trained team members was supplemented by AI-assisted extraction using Elicit, a large language model tool enabling faster and more consistent analysis across the full corpus.

3. KEY RESULTS

3.1. Digital tools and mechanisms for competency recognition

The rapid evolution of technology has accelerated the transformation of systems for documenting, assessing, and recognizing competencies. The most frequently mentioned instruments in the reviewed literature include digital portfolios, micro-credentials, competency logbooks, and training passports. These complementary tools serve distinct but overlapping functions: collecting supporting evidence for specific competencies, organizing lifelong learning records, and centralizing training histories. Together, they support qualification identification and professional pathway planning across diverse contexts. Across the 171 publications analyzed, these instruments were examined in a wide range of institutional settings spanning North America, Europe, Australia, and Southeast Asia.

3.1.1. The rise of digital certifications

According to the reviewed publications, digital certifications are increasingly regarded as essential tools for validating and valorizing competencies in the digital ecosystem. They offer significant advantages for both issuers and recipients owing to their capacity to produce secure, verifiable, and easily shareable records. Open Badges, based on internationally recognized open standards developed by the IMS Global Consortium, represent the most widely adopted norm for recognizing competencies acquired through both formal and informal learning experiences. To constitute a complete and interoperable digital record, badges contain detailed metadata describing the targeted competency, evaluation criteria, mastery level, issuer identity, and date of issue. This structured metadata is what distinguishes Open Badges from simple image-based certificates and what makes them searchable, stackable, and transferable across platforms.

Micro-credentials, a more recent format occupying the space between traditional credentials and non-formal badges, are gaining considerable traction in post-secondary education and professional training. They provide learners with granular, modular evidence of competencies linked to specific labour market needs and are particularly valued for their ability to demonstrate employability-relevant skills in a concise, verifiable form (Maina et al., 2022). Dedicated platforms that automate administrative processes have further facilitated the adoption of digital certifications. Some institutions have integrated these systems directly into their learning management platforms, automatically producing and issuing certifications once specified performance conditions are met. This automation reduces processing time, minimizes human error, and improves the traceability and auditability of issued credentials. More broadly, digital certifications enable institutions, businesses, and individuals to respond more effectively to rapid labour market changes, while offering a secure and adaptable mechanism for certifying and communicating acquired competencies across organizational and national boundaries.

3.1.2. Digital portfolios: dynamic archives of achievements and learning

Digital portfolios constitute a more holistic and narrative approach to competency documentation, functioning as dynamic digital collections that present learning achievements, reflections, and supporting evidence over time. Unlike badges, which are granular and competency-specific, portfolios provide a comprehensive and contextualized representation of an individual's

growth, strengths, and professional identity. These repositories allow individuals to compile evidence of their capabilities through diverse artifacts: examples of work, completed projects, certifications, testimonials, and reflective writing, that collectively demonstrate learning trajectory and competency development. Digital portfolios are particularly useful for supporting cross-cutting, evidence-based assessments of achievements that transcend the boundaries of any single course or credential.

Studies highlight several additional pedagogical benefits of digital portfolios: they allow users to connect their learning experiences to concrete professional contexts and actions; they enable learners to curate and demonstrate their skills through deliberately selected evidence; and, when combined with reflective journals or guided practice activities, they promote the development of metacognitive awareness: the capacity to reflect on one's own learning processes, identify gaps, and plan for further development. The integration of digital portfolios in educational contexts has shown strong potential. Faculty who incorporates portfolios into their courses report them to be effective tools for helping students identify and articulate the competencies most sought by employers. Students, for their part, report that the process of constructing a portfolio helps them to recognize and verbalize their core competencies while deepening their understanding of the labour market's expectations. The pedagogical value of digital portfolios thus resides not only in the final product (the portfolio itself) but in the reflective process of its construction.

3.1.3. Competency logbooks and training passports

Competency logbooks document learning experiences and professional development activities by systematically recording essential information about tasks accomplished, training completed, qualifications obtained, and learning realized throughout an individual's educational or professional pathway. In educational and training settings, a competency logbook serves as a structured, often chronological tool that makes visible a learner's progression and achievements over time. It presents concrete supporting evidence of developed competencies, such as supervisor assessments, completed diplomas or certifications, performance records, or testimonials, allowing recruiters and institutions to appreciate the breadth and depth of an individual's talents in specific domains. This structure facilitates both the traceability of competency development and its practical mobilization in professional contexts.

Recent research on competency tracking tools highlights the progressive evolution of the logbook concept toward fully digital alternatives that leverage technology to enable real-time data collection, automated progress monitoring, and richer interaction between learners, trainers, and supervisors. These digital platforms facilitate immediate team communication, instant access to program updates, and a more dynamic and living representation of competency development. Training passports (a related but distinct instrument) function as personal records regrouping all training undertaken, certifications obtained, and competencies acquired over a career, primarily oriented toward professional contexts and continuing education. Together, these tools constitute the structural spine of a comprehensive and interoperable digital ecosystem for RPL, each serving a different but complementary function in documenting the full arc of an individual's learning journey.

3.2. Classification of digital tools by learning pathway

Competency recognition is increasingly central to the development of a lifelong learning culture in contexts where individuals acquire competencies across a growing diversity of educational and professional settings. The literature reviewed reveals that the relevance, effectiveness, and limitations of each tool type are closely tied to the nature of the learning pathway in which they are deployed. No single instrument is universally superior; rather, the most effective approaches are those that articulate rigor with flexibility, enabling documentation, assessment, and recognition of competencies acquired across formal, non-formal, informal, and workplace contexts.

In formal learning contexts (universities, technical colleges, professional schools) competency recognition typically relies on structured, standardized mechanisms aligned with institutional curricula and accreditation frameworks. Portfolios and digital badges are among the most commonly used complementary tools in this context. Portfolios allow learners to systematically document achievements linked to their training pathway, demonstrating both competencies and reflective practice through multimedia artifacts aligned with predefined learning outcomes. Digitally issued micro-credentials add granularity and transferability to the recognized competencies, providing verifiable evidence that can be mobilized rapidly across employment and further education contexts. Nonetheless, the normative character of formal-context tools and their dependence on institutional referentials can create barriers for individuals who have acquired significant competencies outside traditional educational settings, underscoring the need for more permeable and inclusive frameworks.

In non-formal learning contexts (professional development programs, community education initiatives, trade union training, or employer-sponsored workshops) recognition tools require considerably greater flexibility. The literature highlights the frequent use of competency frameworks, descriptive attestations, and hybrid validation models designed to accommodate varied and heterogeneous forms of evidence such as work demonstrations, project portfolios, employer testimonials, or peer endorsements. Portfolio-based approaches have proven particularly effective in vocational training settings, where trainers can document competencies acquired through experience and practice even in the absence of formal certification. The modular structure of non-formal recognition devices promotes their adaptability to diverse community and organizational contexts, but their credibility ultimately depends on the engagement of relevant stakeholders and their alignment with professional sector standards.

The recognition of informal learning, including self-directed learning, experiential learning, and competencies acquired through everyday activities, volunteering, or civic engagement, presents the most complex challenges for any recognition system. Innovative digital solutions analyzed in the literature include open badges, blockchain-based certifications, and AI-assisted assessment platforms capable of analyzing unstructured competency evidence. Blockchain technology offers secure and virtually tamper-proof records of prior learning, while AI-powered systems can map unstructured evidence to formal competency frameworks, potentially enabling large-scale automated recognition. These mechanisms are particularly suited to non-linear learning pathways, such as those followed by self-taught professionals, artists, entrepreneurs, or immigrants with foreign credentials. However, the absence of institutional oversight and standardized validation criteria raises legitimate concerns about objectivity, reliability, and po-

tential misuse, underscoring the critical importance of transparent validation procedures and, where possible, third-party endorsement by trusted entities.

Workplace learning and corporate training require recognition tools closely integrated with organizational processes, human resource management systems, and sectoral standards. Micro-credentials co-developed with employers, re-validation portfolios, and dynamic competency-mapping platforms are increasingly deployed to document and assess professional competencies in real time. These devices facilitate the recording of workplace achievements, the integration of supervisory feedback, and alignment with evolving labour market demands. They generate actionable data both for employees managing their career development and for employers seeking to identify skill gaps and plan strategic workforce development. Their effectiveness, however, is contingent on adequate organizational infrastructure, digital capacity within firms, and genuine, sustained employer engagement in the recognition process, conditions that are frequently uneven across sectors and organizational sizes.

3.3. Challenges, best practices, and solutions

The implementation of digital competency recognition systems faces multiple persistent obstacles, while the literature simultaneously highlights promising practices and evidence-based solutions that strengthen the effectiveness, credibility, and sustainability of these systems. Understanding both dimensions is essential for moving from fragmented pilot projects toward scalable, equitable, and institutionally embedded recognition ecosystems.

A recurring obstacle across diverse national contexts is institutional and organizational resistance to change. The adoption of micro-credentials and digital portfolios in higher education often requires significant curricular transformation, administrative reorganization, and cultural shifts in how learning and teaching are evaluated, hanges that sometimes generate reluctance among teaching staff, curriculum committees, and institutional governance bodies (Maina et al., 2022). This resistance is compounded by the complexity of integrating new digital tools into existing administrative and pedagogical structures, the absence of nationally recognized common standards for credentialing, and the need for entirely new forms of cross-institutional coordination. Beyond higher education, Ferns and Comfort (2014) document how insufficient pedagogical preparation of staff for the demands of digital portfolios, combined with fragmented program integration, limits the perceived relevance and measurable impact of these tools on student learning and employability outcomes.

Technical and ergonomic obstacles present equally significant challenges. The literature consistently documents interoperability problems between digital systems, concerns about data security and personal information protection, and persistent accessibility issues for users with unequal digital literacy, a concern that is particularly acute for older workers, individuals with disabilities, newcomers, and those with limited formal education (McGreal, 2023). Sidebotham et al. (2018) found that one-third of students in their study encountered significant navigational difficulties using digital portfolio platforms, pointing to the urgent need for intuitive user interface design and adequate technical support. The administrative burden associated with documenting, assessing, and validating competencies in individualized, evidence-based systems also represents a substantial barrier, particularly for institutions and professionals with limited time and human resources.

A third major challenge is the subjectivity and variability of assessment practices. Portfolio-based and reflective assessment models, while they enable rich and nuanced qualitative data collection, are vulnerable to divergent interpretations and evaluator biases, particularly when assessing transversal or socio-emotional competencies. The absence of standardized assessment rubrics and the reliance on personal narratives and self-selected evidence may undermine the reliability, comparability, and perceived credibility of recognition processes, both for learners who invest significant effort and for external stakeholders such as employers who must decide whether to trust the resulting credentials. This challenge is compounded by the fragmentation of recognition practices across institutions and sectors, and by the absence of a commonly recognized national framework against which diverse competencies can be mapped and compared.

Despite these challenges, literature identifies a robust set of promising practices aimed at strengthening the credibility, inclusiveness, and long-term viability of digital recognition systems. One particularly effective practice involves the use of multipartite assessment committees and hybrid evaluation models, as described by Lepire (2024), in which quantitative and qualitative evidence is analyzed by structured expert panels representing multiple stakeholder perspectives. This approach enhances both the rigor and the contextual sensitivity of the recognition process, while distributing evaluative authority across a broader community of practice. The use of explicit, publicly available assessment rubrics, accompanied by exemplary work samples, also contributes to normalizing expectations and providing practical support to all participants.

Personalized accompaniment of candidates throughout the recognition process is consistently identified as a key success factor. Grison and Bertineaud (2019) emphasize the critical importance of preparatory workshops, individualized feedback sessions, and the sustained availability of mentors or advisors to guide users through what can be a demanding and emotionally significant process. Such accompaniment is particularly essential for populations facing structural disadvantages, including individuals without formal qualifications, recent immigrants, adults returning to education after long absences, or persons with disabilities, for whom adapted pathways, flexible timelines, and proactive accommodation measures can determine whether participation in recognition processes leads to meaningful inclusion or renewed exclusion.

Collaboration among educational institutions, employers, professional orders, and community organizations is equally fundamental to building the social trust and institutional legitimacy that digital recognition systems require. Programs developed in genuine partnership with professional sectors and employability organizations strengthen not only the labour market value of resulting certifications but also facilitate smoother professional transitions, notably for newcomers whose foreign-acquired competencies are often systematically undervalued (Cukier et al., 2024). Communication across stakeholder communities and co-responsibility for process governance foster shared understanding and commitment to sustainable implementation.

The literature further recommends a progressive, iterative, and modular approach to deploying digital recognition systems, allowing institutions to validate technological choices and refine implementation processes through controlled pilots before broader scaling (Grison & Bertineaud, 2019). The adoption of standardized data protocols and well-documented application programming interfaces (APIs) would directly address interoperability challenges and

reduce system integration costs for participating organizations (Maina et al., 2022). Ongoing capacity-building through dedicated training programs for evaluators, coordinators, and technical staff is essential for maintaining quality, ensuring consistent practices, and preventing administrative bottlenecks (Lepire, 2024). Finally, inclusive and accessibility-conscious design, including multilingual interfaces, screen-reader compatibility, and low-bandwidth alternatives, is necessary to reduce digital inequalities and ensure that recognition mechanisms do not replicate or deepen existing social exclusions (McGreal, 2023). Policy alignment and the establishment of national or sectoral quality assurance frameworks represent additional structural levers for overcoming legislative and regulatory obstacles, as illustrated by mature systems such as Belgium's VAE (*validation des acquis de l'expérience*).

4. SOLUTIONS AND RECOMMENDATIONS

Drawing on the totality of evidence assembled in this systematic review, we propose eighteen action pathways organized around three axes for government ministries, institutional partners, employers, and all stakeholders invested in building an effective, equitable, and sustainable competency recognition ecosystem.

4.1. Optimizing a digital space for competency recognition

The fragmentation of recognition tools and the absence of shared technical infrastructure constitute the most fundamental structural obstacle to effective competency recognition. We recommend:

Establishing a unified provincial digital space integrating, within a single platform, the complementary functionalities identified in this study: documentation (digital portfolio), certification (digital badges and micro-credentials), and structured pathway organization (competency logbook). This platform should be designed as a common, interoperable infrastructure accessible to all actors in the educational system and labour market, promoting the coherence, readability, and portability of recognized competencies. It should also include tools for reflective practice and self-directed career planning.

Establishing interoperability protocols and standards enabling secure, fluid data exchange between existing platforms (educational institutions, professional orders, sectoral organizations), in close collaboration with all sectoral and institutional partners. These standards should draw on internationally recognized open formats such as the Open Badges standard and JSON-LD metadata, while also providing publicly documented, secure APIs to facilitate harmonious integration with existing institutional systems.

Defining a common metadata framework for digital certifications, including standardized descriptions of attested competencies, evaluation criteria, mastery levels, issuing organization, and acquisition context, supported by a semantic indexing system enabling automatic mapping between different formulations of the same competency across different institutional referentials.

Integrating advanced traceability mechanisms based on distributed ledger technologies (such as blockchain) to guarantee the authenticity and verifiability of digital certifications over time, while maintaining strict user control over personal data and full compliance with privacy legislation.

Designing a personalized user experience through adaptive interfaces that account for user profiles (learner, employer, trainer, assessor) and digital literacy levels, integrating transparent decision-support tools that suggest training pathways or professional perspectives aligned with documented competencies, and offering selective-sharing functionalities enabling users to generate tailored views of their competency portfolio for specific audiences and contexts.

4.2. Adaptability of instruments to diverse learning pathways

Developing a modular competency framework structured at different levels of granularity, in coherence with the national qualifications framework, to enable progressive and flexible recognition of prior learning, with explicit bridges between different types of recognition to promote the transferability and capitalization of competencies acquired across varied learning contexts.

Implementing analysis and recommendation mechanisms to support the construction of personalized learning pathways, including competency self-diagnosis tools, procedures for analyzing convergences between different forms of RPL, and recommendation systems for complementary training aligned with attested competencies, professional objectives, and evolving labour market needs.

Supporting experimentation and systematic research on the recognition of transversal and socio-emotional competencies, including collaboration, critical thinking, adaptability, stress management, and empathy, which are often acquired informally yet are essential in contemporary professional environments, through multimodal assessment approaches combining self-assessment, observation in real or simulated situations, and structured peer evaluation.

4.3. Levers for overcoming obstacles

Establishing a collaborative, multipartite governance structure for the digital competency recognition ecosystem, including representatives from all relevant ministries (Education, Higher Education, Employment and Social Solidarity, Economy), educational institutions, employers, unions, and community organizations.

Creating an advisory committee representing diverse stakeholder communities to ensure that developed tools and processes genuinely respond to the needs and expectations of all user groups, including those traditionally underserved by formal recognition systems.

Establishing an observatory of recognition practices tasked with documenting, analyzing, and disseminating innovations, experimental results, and best practices in competency recognition, both within Quebec and internationally, to inform evidence-based policy and practice development.

Developing a continuing professional education program for education and employment professionals on methodologies for assessing and recognizing competencies acquired in varied learning contexts, with particular attention to reflective practice, portfolio assessment, and the use of digital platforms.

Producing co-constructed guides and practice frameworks to harmonize assessment processes across institutions and sectors while preserving sufficient flexibility to account for the contextual diversity of learning pathways and professional environments.

Creating intersectoral communities of practice to foster peer learning, experience-sharing, and collaborative innovation among practitioners in competency recognition across educational, professional, and community settings.

Adopting an iterative, evidence-informed approach to deploying the digital recognition ecosystem, prioritizing piloting in sectors with critical competency recognition needs in order to validate technological choices, refine implementation mechanisms, gather user feedback, and foster progressive, concerted scaling across the provincial system.

Establishing a structured evaluation framework to measure the longitudinal impact of recognition devices on learning trajectories, professional integration, competency mobility, and employer satisfaction, with mechanisms for continuous quality improvement based on user experience and evolving labour market signals.

Strengthening personalized accompaniment services to support individuals in their competency recognition journeys, particularly those encountering barriers linked to digital skills, language, disability, or unfamiliarity with formal credentialing systems, while developing accessible self-study resources that facilitate the progressive, autonomous appropriation of RPL concepts and tools.

Creating a specialized advisory network embedded within adult education centres, community organizations, and employability support services, to provide accessible, context-sensitive guidance to diverse populations, including newcomers, persons without formal qualifications, and those in career transition, navigating digital recognition processes.

The concerted implementation of these recommendations constitutes a strategic lever for building a learning society in Quebec in which competencies acquired across all learning contexts are equitably valorized. Although deployment requires significant structural investment, the expected benefits, in terms of human capital development, training-employment alignment, reduced skills mismatches, support for labour market integration of marginalized populations, and systemic resilience, fully justify these efforts in a context marked by accelerating economic transformation, demographic ageing, and intensifying competition for skilled workers.

5. FUTURE RESEARCH DIRECTIONS

This systematic review also reveals significant knowledge gaps that point to productive future research directions. The following avenues emerge as particularly important for optimizing competency recognition in a constantly evolving digital ecosystem:

Analyzing the longitudinal impact of digital recognition devices on educational and professional trajectories, particularly their contribution to workforce integration and retention, upward professional mobility, lifelong learning motivation, and psychological well-being, as well as their social acceptability, the degree of trust placed by stakeholders in the validity of recognized competencies, and the readability of resulting credentials for diverse labour market actors.

Exploring the conditions, ethical frameworks, and governance models for integrating artificial intelligence and blockchain technologies in competency certification, particularly regarding system interoperability, algorithmic transparency, personal data protection, equity concerns, and institutional and social acceptability.

Deepening research on hybrid assessment models and the complementarity between micro-credentials, digital portfolios, competency logbooks, and traditional credentials, with a focus on ensuring equitable, transferable, and meaningful recognition across all learning contexts and population groups.

Investigating the conditions that best favour employer, professional order, and sectoral organization engagement in competency recognition ecosystems, including effective awareness-raising strategies, incentive structures, and multipartite governance models, particularly in the context of developing a national qualifications framework and a competency record with broad national reach.

Identifying the most effective accompaniment, training, and technical support measures for ensuring equitable participation across all populations in the emerging learning society, and for actively preventing digital exclusion among groups facing technological, linguistic, cultural, or socioeconomic barriers.

6. CONCLUSION

This systematic review confirms that digital tools for the recognition of prior learning and competencies (open badges, micro-credentials, digital portfolios, and competency logbooks) constitute a rich and evolving ecosystem, capable of documenting and valorizing the full diversity of learning pathways when thoughtfully designed, contextually deployed, and institutionally supported. No single instrument is universally superior; effectiveness depends on the learning context, the population served, and the governance structures surrounding implementation. Persistent obstacles like fragmented infrastructure, institutional resistance, uneven digital literacy, and inconsistent assessment practices, remind us that technology alone cannot drive systemic change. Sustainable transformation requires shared standards, multipartite governance, dedicated accompaniment for learners, and ongoing investment in the capacity of professionals who administer recognition processes. The eighteen action pathways proposed here offer a practical roadmap for stakeholders committed to building an integrated, inclusive, and credible provincial ecosystem for competency recognition. Realizing this vision demands coordinated effort across government, educational institutions, employers, and civil society, but the potential gains in equity, workforce development, and social cohesion make it a strategic imperative for Quebec's future as a learning society.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the Fonds de recherche du Québec – Société et culture and the Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie [grant number 2025-0SOS-356957].

REFERENCES

Alexander, B., Ashford-Rowe, K., Barajas-Murphy, N., Dobbin, G., Knott, J., McCormack, M., Pomerantz, J., Seilhamer, R., & Weber, N. (2019). *EDUCASE Horizon report: 2019 Higher Education Edition.* https://www.learntechlib.org/p/208644/

Allais, S. (2017). Labour market outcomes of national qualifications frameworks in six countries. *Journal of Education and Work, 30*(5), 457-470. https://doi.org/10.1080/13639080.2016.1243232

Angulo Mendoza, G.A., Plante, P., Papi, C., Savard, I., Bédard, J-L., & Psyché, V. (2025). *Reconnaissance des compétences et valorisation des parcours d'apprentissage à l'ère du numérique : une revue systématique des solutions innovantes.* Université TÉLUQ, i-TEQ. https://r-libre.teluq.ca/3811/

Bamowongo, É., & Baril, D. (2023, March 5). *Lancement de Francobadges.ca: Une plateforme innovante pour la reconnaissance des acquis* [Press release]. RESDAC and ICÉA. https://acortar.link/hN3P2m

Bateman, A., & Coles, M. (2017). *Towards quality assurance of technical and vocational education and training.* UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259282

Brassier-Rodrigues, C. (2016). Comment valoriser les compétences liées à la mobilité internationale? Analyse de l'efficacité communicationnelle de l'Europass Mobilité. *Journal of International Mobility, 4*(1), 59-74. http://doi.org/10.3917/jim.004.0059

Chakroun, B., & Keevy, J. (2018). *Digital credentialing: Implications for the recognition of learning across borders*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000264428

Chen-Wilson, L., & Argles, D. (2010). Towards a Framework of a Secure E-Qualification Certificate System. In *Proceedings of the 2010 Second International Conference on Computer Modeling and Simulation*, (Vol. 1, pp. 493–500). https://doi.org/10.1109/ICCMS.2010.195

Commission des partenaires du marché du travail. (2024). *Plan 2023-2028 issu du rapport quinquennal sur la loi favorisant le développement et la reconnaissance des compétences de la main-d'œuvre.* Gouvernement du Québec. https://acortar.link/6ng1aP

Cool, J., Pelchat, M., & Stasse, S. (2020). CADRE21: Un modèle québécois de développement professionnel reconnu et accessible pour tous les enseignants francophones. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire, 17*(1), 76-83. https://doi.org/10.18162/ritpu-2020-v17n1-14

Cukier, W., Mo, G.Y., Karajovic, S., Borova, B., & Nagpal, R. (2024). Combler l'écart de compétences entre les nouveaux arrivants et l'industrie : preuves provenant du projet d'innovation de la main-d'œuvre et de l'inclusion. *Revue hybride de l'éducation. 8*(3). https://doi.org/10.1522/rhe.v8i3.1470

Deloitte Access Economics. (2017). *Soft skills for business success: Building Australia's future workforce.* DeakinCo. https://acortar.link/2qnnAn

Ferns, S., & Comfort, J. (2014). ePortfolios as evidence of standards and outcomes in work-integrated learning. *Asia-Pacific Journal of Cooperative Education, 15*(3), 269-280. https://eric.ed.gov/?id=EJ1113655

Grison, M., & Bertineaud, V. (2019). Différent et Compétent Réseau: Quand l'innovation est profitable à tous. *Pratiques en santé mentale, 65*(3), 20–27. https://doi.org/10.3917/psm.193.0020

Hart, J., & Chakroun, B. (2019). World Reference Levels for Lifelong Learning: A tool for comparison and recognition of learning outcomes. In UIL, Cedefop, ETF, & UNESCO

(Eds.), *Global inventory of regional and national qualifications frameworks 2019* (Vol. I, pp. 13-25). UIL. http://doi.org/10.2816/908029

Lepire, C. (2024). Cadre de référence réflexif pour élaborer, implanter et évaluer un dispositif de reconnaissance d'acquis et de compétences. *Revue hybride de l'éducation, 8*(3), 1-22. https://doi.org/10.1522/rhe.v8i3.1491

Lockley, A., Derryberry, A., & West, D. (2016). Drivers, Affordances and Challenges of Digital Badges. In D. Ifenthaler, M. Bellin-Mularski, & D. K. Mah (Eds.), *Foundation of Digital Badges and Micro-Credentials* (pp. 55-70). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-15425-1_4

Maina, M.F., Guàrdia Ortiz, L., Mancini, F., & Martinez Melo, M. (2022). A micro-credentialing methodology for improved recognition of HE employability skills. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 19*(1), 10. https://doi.org/10.1186/s41239-021-00315-5

McGreal, R. (2023). Blockchain and Micro-Credentials in Education. *International Journal of E-Learning & Distance Education, 38*(1), 1–17. https://doi.org/10.55667/10.55667/ijede.2023.v38.i1.1250

Pelletier, S., & Courcot, B. (2023). *Pour faire valoir toutes ses compétences: La plateforme numérique de microattestations.* ICÉA. https://acortar.link/zR0jxP

Sidebotham, M., Baird, K., Walters, C., & Gamble, J. (2018). Preparing student midwives for professional practice: Evaluation of a student e-portfolio assessment item. *Nurse Education in Practice, 32*, 84-89. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2018.07.008

Taddei, F. (2019). La formation tout au long de la vie, au cœur de la société apprenante. *Administration & Éducation, 161*(1), 119–121. https://doi.org/10.3917/admed.161.0119

World Economic Forum. (2018). The future of jobs report 2018. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf

Capítulo 3. El coste invisible de la inteligencia artificial en la formación de ingenieros: memoria, energía y responsabilidad digital

María Corpus Barón Bautista
https://orcid.org/0009-0001-0010-7540, Universidad de Alicante (España)

Resumen: La expansión de la inteligencia artificial en la educación superior ha incrementado el uso cotidiano de sistemas capaces de generar texto, asistir a procesos de programación y apoyar tareas de diseño. Sin embargo, esta incorporación también ha reforzado una invisibilidad estructural: el alumnado utiliza tecnologías de alto impacto sin comprender los costes de memoria, energía, latencia y diseño que sostienen su funcionamiento. Este trabajo presenta una experiencia de innovación docente desarrollada en la asignatura de Arquitectura de Computadores del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Alicante. La propuesta parte de una idea central: la inteligencia artificial (IA) no debe enseñarse únicamente como herramienta, sino también como fenómeno material condicionado por restricciones físicas y decisiones de arquitectura. Durante el curso se introdujeron actividades de estimación, análisis de escenarios y justificación de decisiones técnicas relacionadas con memoria, rendimiento y eficiencia energética. Los primeros indicios observados sugieren una mayor implicación del alumnado y una mejor conexión entre contenidos de arquitectura y problemas tecnológicos actuales, especialmente en relación con sostenibilidad digital y responsabilidad tecnológica.

Palabras clave: innovación educativa, educación superior, inteligencia artificial, sostenibilidad digital, responsabilidad tecnológica.

Abstract: The expansion of artificial intelligence in higher education has increased the everyday use of systems capable of generating text, assisting programming processes, and supporting design tasks. However, this incorporation has also reinforced a structural invisibility: students use high-impact technologies without fully understanding the memory, energy, latency, and design costs that sustain their operation. This chapter presents an educational innovation experience developed within the Computer Architecture course of the Computer Engineering Degree at the University of Alicante. The proposal is based on a central idea: artificial intelligence (AI) should not be taught solely as a tool, but also as a material phenomenon conditioned by physical constraints and architectural decisions. During the academic year, activities focused on estimation, scenario analysis, and the justification of technical decisions related to memory, performance, and energy efficiency were introduced. The first observed indications suggest greater student engagement and a stronger connection between computer architecture concepts and current technological problems, particularly regarding digital sustainability and technological responsibility.

Keywords: educational innovation, higher education, artificial intelligence, digital sustainability, technological responsibility.

1. INTRODUCCIÓN

La expansión de la inteligencia artificial ha alterado de forma visible las prácticas de aprendizaje, las formas de producción de conocimiento y la propia relación del alumnado con la tecno-

logía. En apenas unos años, herramientas capaces de generar texto, resumir documentos, asistir procesos de programación o apoyar tareas de diseño han pasado de ocupar un espacio periférico a instalarse en la vida cotidiana universitaria. Esta transformación ha dado lugar a debates necesarios sobre autoría, evaluación, integridad académica, nuevas alfabetizaciones digitales y redefinición de competencias. Sin embargo, al mismo tiempo, ha reforzado una tendencia que merece mayor atención: la creciente invisibilidad de las condiciones materiales que sostienen el funcionamiento de estas tecnologías.

La inteligencia artificial suele presentarse al alumnado como una interfaz eficiente, una herramienta de apoyo o un servicio digital capaz de responder con rapidez. Esa capa visible resulta, sin duda, pedagógicamente relevante, pero corre el riesgo de ocultar todo aquello que hace posible la experiencia de uso: memoria, latencia, eficiencia energética, restricciones de diseño, jerarquías internas del sistema y compromisos entre rendimiento y coste. Esta invisibilidad no es solo técnica. Tiene una dimensión formativa profunda, porque favorece una comprensión de la tecnología centrada en la utilidad inmediata y no en sus condiciones de posibilidad.

En el caso de la educación superior tecnológica, esta situación plantea una pregunta especialmente importante: ¿cómo formar a estudiantes que conviven con la inteligencia artificial (IA), la utilizan con frecuencia y probablemente trabajarán con ella en su futuro profesional, pero que no siempre comprenden las implicaciones materiales y energéticas de su funcionamiento? En titulaciones de Ingeniería Informática, esta cuestión no puede considerarse secundaria. La futura práctica profesional del estudiantado se desarrollará en entornos donde la eficiencia del cómputo, la gestión de memoria, la compatibilidad entre sistemas, el rendimiento por vatio y la sostenibilidad de las soluciones tecnológicas constituyen factores determinantes. Si la formación universitaria no ofrece herramientas para pensar esos aspectos, la relación con la tecnología queda empobrecida y el criterio profesional se construye de forma incompleta.

Este capítulo parte de esa constatación. Su propósito es presentar una experiencia de innovación docente desarrollada en la asignatura de Arquitectura de Computadores del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Alicante, orientada a hacer visible el coste invisible de la IA y a utilizarlo como problema pedagógico para el desarrollo de competencias de sostenibilidad digital, razonamiento cuantitativo y responsabilidad tecnológica. La propuesta no pretende convertir la asignatura en una materia especializada en inteligencia artificial, ni desplazarla por completo de sus contenidos tradicionales. Lo que busca es introducir un giro interpretativo: usar los fundamentos de la arquitectura como herramientas para comprender por qué los sistemas contemporáneos de IA funcionan como funcionan, qué costes implica y qué decisiones de diseño los sostienen.

La experiencia se ha implementado durante el presente curso a través de pequeños cambios metodológicos y temáticos. Su interés radica no solo en el contexto concreto en que surge, sino también en su potencial de transferencia. En un momento en que la universidad busca respuestas a la integración de la IA en la docencia, esta propuesta sugiere que una de las contribuciones más valiosas puede consistir en enseñar a pensar la tecnología desde sus límites materiales y no solo desde sus prestaciones visibles. En ese sentido, el capítulo se inscribe en un campo más amplio de reflexión sobre innovación educativa, sostenibilidad digital y formación universitaria con criterio.

Esta orientación permite, además, formular la innovación docente desde una lógica de continuidad con los objetivos de la materia. El alumnado no se enfrenta a un contenido externo añadido de forma circunstancial, sino a una actualización del marco desde el que interpreta conceptos ya presentes en el programa. De este modo, las cuestiones vinculadas a sostenibilidad, eficiencia o responsabilidad profesional no aparecen como un discurso paralelo, sino como consecuencias directas de comprender cómo se organizan y se limitan los sistemas computacionales reales.

2. LA INVISIBILIDAD MATERIAL DE LA IA COMO PROBLEMA EDUCATIVO

La difusión de la inteligencia artificial en la educación superior ha provocado una rápida normalización de su uso. El alumnado se aproxima a estas tecnologías con la naturalidad con la que antes se aproximaba a motores de búsqueda, plataformas colaborativas o editores de texto. Esta familiaridad, sin embargo, puede ser engañosa. La facilidad de acceso no implica comprensión, y la rapidez de respuesta puede ocultar el enorme aparato computacional que subyace a la experiencia de uso. Precisamente por eso, la IA representa hoy un excelente objeto para pensar un fenómeno más amplio: la distancia entre interacción y conocimiento.

Desde el punto de vista pedagógico, esta distancia tiene varias consecuencias. La primera es que el alumnado puede interpretar la tecnología desde una lógica de disponibilidad aparentemente ilimitada. Si una herramienta responde con rapidez y eficiencia, resulta fácil asumir que esa respuesta no arrastra costes relevantes o que esos costes pertenecen a una capa técnica ajena al aprendizaje. La segunda consecuencia es que se fortalece una cultura del uso sin suficiente atención a la infraestructura. Se aprende qué puede hacerse con la IA, pero no siempre significa realmente que pueda hacerse. La tercera es que se debilita la posibilidad de una crítica informada, pues la discusión sobre implicaciones sociales o éticas corre el riesgo de quedar separada del análisis técnico que debería sostenerla.

En Ingeniería Informática, esta separación resulta especialmente problemática. Buena parte del valor formativo de la carrera radica en que el alumnado aprenda a pasar de la superficie funcional de los sistemas a una comprensión más profunda de sus mecanismos y restricciones. No basta con saber que un sistema resuelve una tarea: es necesario entender cómo lo hace, bajo qué condiciones y con qué costes. La memoria, la energía, la latencia o la compatibilidad no son detalles marginales; forman parte del propio significado de las soluciones tecnológicas.

Plantear el coste invisible de la IA como problema educativo responde, por tanto, a una doble necesidad. Por un lado, hacer visible al estudiantado que la IA no es una capa mágica de inteligencia, sino una construcción computacional materialmente costosa. Por otro lado, reactivar el valor pedagógico de una asignatura técnica mediante un problema actual que permita organizar el aprendizaje en torno a preguntas significativas. Esta doble operación resulta especialmente fértil porque devuelve densidad al contenido disciplinar y, al mismo tiempo, abre una vía para integrar sostenibilidad digital y responsabilidad tecnológica en el currículo sin tratarlas como añadidos externos.

3. ARQUITECTURA DE COMPUTADORES, SOSTENIBILIDAD DIGITAL Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

La Arquitectura de Computadores ocupa un lugar singular en la formación de ingenieros informáticos. Se trata de una materia que enlaza la dimensión lógica y la dimensión física del cómputo, y que por ello proporciona una visión especialmente rica de la relación entre hardware, software, memoria, rendimiento y energía. Su enseñanza permite comprender por qué determinadas soluciones tecnológicas son viables, por qué otras encuentran límites y cómo se traducen en la práctica ciertas decisiones de diseño. Sin embargo, la potencialidad formativa de la asignatura depende en gran medida del modo en que se articula pedagógicamente.

Cuando los contenidos se presentan solo como inventario de componentes, tipos de arquitecturas o repertorios de instrucciones, el alumnado puede llegar a manejarlos como información correcta pero desanclada de la experiencia tecnológica contemporánea. Del mismo modo, cuando la materia se apoya de forma predominante en la observación de comportamientos complejos sin suficiente mediación conceptual, la comprensión puede quedar fragmentada. La cuestión no es si la arquitectura debe seguir enseñándose, sino cómo debe enseñarse para que sus conceptos operen como herramientas de interpretación y no solo como elementos descriptivos.

Aquí resulta útil el marco del aprendizaje significativo (Biggs, 1996). Aprender de forma significativa en una asignatura técnica no implica simplificar el contenido ni renunciar al rigor, sino ofrecer al alumnado situaciones en las que ese contenido adquiera sentido intelectual. La comprensión se vuelve más profunda cuando el estudiante reconoce qué explica un concepto, por qué importa y cómo se relaciona con problemas que percibe como actuales. En ese sentido, el coste invisible de la IA funciona como un organizador pedagógico muy eficaz: permite que nociones como memoria, potencia, eficiencia o compatibilidad abandonen el terreno de la abstracción aislada y pasen a formar parte de una conversación viva sobre tecnología contemporánea.

La sostenibilidad digital ofrece una oportunidad para repensar el currículo técnico. Esta noción, cada vez más presente en las discusiones académicas y sociales, no se limita a hablar del impacto ambiental de la tecnología, aunque lo incluye. También implica enseñar a identificar el uso de recursos computacionales, a comprender que la eficiencia es una dimensión del diseño y a reconocer que las decisiones tecnológicas tienen efectos materiales (Zoni y Fornaciari, 2021). En el contexto de la formación universitaria, esta perspectiva resulta especialmente relevante, porque ayuda a vincular el conocimiento técnico con la responsabilidad profesional.

La propuesta que aquí se presenta sitúa precisamente a la Arquitectura de Computadores en ese cruce. Por una parte, la entiende como disciplina capaz de proporcionar herramientas para interpretar el funcionamiento material de la IA. Por otra, la utiliza como espacio para promover aprendizaje significativo y sostenibilidad digital sin abandonar el contenido disciplinar. El resultado es una relectura de la asignatura como contexto para pensar no solo cómo se organiza un sistema, sino qué implica tecnológicamente que un sistema pueda hacer lo que hace.

4. METODOLOGÍA

4.1. Diseño de la investigación e instrumentos

La experiencia adopta un diseño de investigación educativa de tipo descriptivo-interpretativo, basado en la observación sistemática del aula durante el curso actual. El contexto de implemen-

tación es la asignatura de Arquitectura de Computadores del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Alicante, materia de carácter obligatorio del segundo curso. Los instrumentos empleados para la recogida de indicios cualitativos han sido: registros de observación del docente durante las sesiones con actividades modificadas; revisión de producciones escritas del alumnado (resolución de problemas y justificación de decisiones de diseño); y notas de campo sobre la participación oral en el aula.

La opción metodológica por instrumentos cualitativos responde al carácter incipiente de la experiencia. Como señalan Freeman et al. (2014) respecto a las metodologías de aprendizaje activo en entornos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés), la documentación cualitativa rigurosa de fases tempranas de implementación constituye un paso necesario antes del diseño de estudios cuantitativos comparativos. En este caso, se trata de capturar con precisión los mecanismos pedagógicos que podrían explicar los indicios de mejora observados, como condición previa a evaluaciones más sistemáticas.

4.2. Participantes

La experiencia se ha desarrollado con el grupo ordinario de estudiantes matriculados en Arquitectura de Computadores durante el presente curso académico. El grupo está compuesto por estudiantes de segundo año del Grado en Ingeniería Informática, con un perfil mayoritariamente familiarizado con el uso cotidiano de herramientas de IA, pero con escasa exposición previa a sus fundamentos computacionales. No se ha realizado selección ni filtrado del grupo participante; la experiencia se ha integrado en el desarrollo normal de la asignatura.

4.3. Procedimiento

La intervención se ha articulado en tres niveles. El primero ha sido la selección de ejemplos y contextos tecnológicos: algunos contenidos clásicos —memoria, latencia, potencia, compatibilidad, diseño de arquitectura del conjunto de instrucciones (ISA, por sus siglas en inglés)— se han conectado explícitamente con situaciones relacionadas con el funcionamiento de sistemas actuales de IA, sin sustituir los fundamentos de la asignatura. El segundo nivel ha sido el diseño de actividades: se han incorporado ejercicios breves de estimación, análisis de escenarios y problemas comparativos donde el alumnado debía justificar decisiones a partir de restricciones de memoria, energía o rendimiento. La pregunta pedagógica central no era solo "qué hace este componente", sino "qué coste implica esta decisión" o "por qué una opción puede resultar más eficiente que otra". El tercer nivel ha sido la introducción de casos pedagógicos contemporáneos: Apple Silicon para discutir integración eficiente y memoria unificada (Apple Inc., 2024); Rosetta 2 para trabajar la compatibilidad como problema con coste; y Reduced Instruction Set Computer V (RISC-V) como ejemplo de modularidad y apertura arquitectónica (Camarmas-Alonso et al., 2024; Jamieson et al., 2022; Patterson y Waterman, 2017).

La secuencia de trabajo se mantuvo deliberadamente acotada para facilitar su integración en la planificación ordinaria. Las actividades se introdujeron como extensiones de problemas ya habituales en la asignatura y no como unidades independientes, lo que permitió observar la respuesta del alumnado sin alterar de manera sustancial la dinámica del curso. En la revisión de

las producciones escritas se atendió especialmente a la presencia de razonamientos explícitos sobre restricciones, a la capacidad para relacionar una magnitud cuantitativa con una decisión de diseño y al uso de argumentos técnicos para justificar una opción frente a otra.

5. APRENDIZAJE BASADO EN EL CÁLCULO Y ANÁLISIS DE DECISIONES

La metodología que sostiene la experiencia es el Aprendizaje Basado en el Cálculo. Esta expresión designa la utilización del razonamiento cuantitativo como herramienta de comprensión, no como fin en sí mismo. El objetivo no es que el alumnado domine formulaciones avanzadas, sino que aprenda a interpretar relaciones entre variables y a utilizar esas relaciones para explicar y justificar decisiones de diseño (Torng, 2023).

En el contexto de la asignatura, esto se ha traducido en actividades donde el cálculo funciona como mediador entre teoría y juicio. El alumnado trabaja con expresiones vinculadas a potencia, voltaje, frecuencia, memoria o latencia, pero el interés principal de esas tareas no está en la obtención correcta del número, sino en la lectura del resultado. El cálculo deja de ser una meta en sí misma y pasa a ser un medio para pensar. Esta aproximación permite combatir dos problemas habituales en la enseñanza técnica: el formalismo vacío, donde el estudiante aplica relaciones sin comprender su relevancia, y la intuición desanclada, donde el alumnado expresa opiniones plausibles sobre eficiencia o rendimiento sin herramientas suficientes para sostenerlas (Prince, 2004).

Una de las actividades incorporadas ha resultado especialmente significativa. Se parte de la expresión de potencia dinámica $P = C \cdot V^2 \cdot f$. Lejos de presentarla únicamente como una relación física básica, la actividad la utiliza como punto de partida para una discusión sobre diseño. El alumnado analiza un escenario donde la activación de una unidad funcional adicional incrementa la capacitancia efectiva del sistema y, a partir de ahí, calcula el impacto aproximado sobre la potencia y valora si la decisión sería viable dentro de un presupuesto térmico dado. El interés pedagógico radica en que hace visible que una mejora potencial de rendimiento puede arrastrar costes inmediatos, que el rendimiento no se incrementa sin consecuencias y que las decisiones de diseño deben entenderse dentro de marcos de restricción (Esmaeilzadeh et al., 2011; Hennessy y Patterson, 2019; Sutter, 2005). Este tipo de actividad permite al alumnado experimentar el paso de la ecuación al criterio, que constituye uno de los ejes más valiosos del enfoque metodológico.

6. RESULTADOS

Dado que la experiencia ha sido incorporada recientemente, los resultados deben presentarse con prudencia metodológica. No se dispone todavía de una evaluación sistemática de carácter cuantitativo. Sin embargo, se han identificado tres indicios cualitativos relevantes derivados de los instrumentos de observación empleados.

El primer indicio es una mayor implicación del alumnado cuando los conceptos de arquitectura se vinculan a problemas tecnológicos contemporáneos y reconocibles. La presencia de la IA como marco contextual ha favorecido una disposición más activa a preguntar, comparar y conectar ideas. Este efecto no se ha debido simplemente a la novedad, sino al hecho de que el problema trabajado se percibe como próximo al presente del estudiante.

El segundo indicio tiene que ver con la calidad de las justificaciones. En varias actividades se ha podido observar un uso más frecuente de lenguaje relacionado con restricciones, compromisos de diseño y eficiencia. Aunque este cambio no puede interpretarse todavía como una evidencia concluyente de mejora, sí sugiere que la experiencia está contribuyendo a modificar el modo en que el alumnado organiza su razonamiento técnico, en línea con lo documentado por Thompson y Spanuth (2021) respecto a la necesidad de vincular el aprendizaje de arquitectura con problemas tecnológicos vigentes.

El tercer indicio es la percepción de utilidad. Algunos contenidos tradicionalmente percibidos como abstractos parecen adquirir más sentido cuando se presentan como herramientas para comprender sistemas actuales. Esta conexión entre contenido disciplinar y actualidad tecnológica resulta especialmente valiosa desde la perspectiva del aprendizaje significativo (Biggs, 1996), ya que permite reubicar el estudio de la arquitectura en un marco de problemas con relevancia visible. Estos indicios, aunque preliminares, refuerzan la hipótesis central: conectar la asignatura con el coste invisible de la IA no solo actualiza el contexto, sino que mejora la calidad pedagógica de la experiencia de aprendizaje.

7. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos son coherentes con la literatura sobre aprendizaje activo y contextualizado en entornos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés). Freeman et al. (2014) documentaron de forma sistemática que las metodologías de aprendizaje activo producen mejoras significativas en el rendimiento y la implicación del alumnado en ciencias, ingeniería y matemáticas. La presente experiencia extiende ese principio al dominio específico de la arquitectura de computadores, añadiendo la variable de la contextualización en torno a la IA como fenómeno material.

Desde la perspectiva del aprendizaje significativo, la propuesta es coherente con el planteamiento de Biggs (1996) sobre la alineación constructiva: cuando las actividades de aprendizaje conectan los contenidos disciplinares con problemas percibidos como relevantes, el alumnado desarrolla comprensiones más profundas y transferibles. En este caso, la noción de coste invisible actúa como ancla semántica que da sentido a contenidos que, de otro modo, podrían percibirse como meros tecnicismos.

La aproximación también dialoga con el trabajo de Hennessy y Patterson (2019) sobre la nueva edad dorada de la arquitectura de computadores, en la que la especialización arquitectónica para cargas de trabajo específicas —entre ellas la inferencia de modelos de IA— ha vuelto a colocar las decisiones de diseño de hardware en el centro de la innovación tecnológica. Enseñar estos conceptos como herramientas de interpretación contemporánea y no solo como historia de la ingeniería es, en este contexto, una decisión pedagógica con sólido respaldo en la evolución del propio campo.

Una limitación relevante del presente trabajo reside en el carácter incipiente de la evaluación. Los indicios cualitativos identificados son prometedores, pero no permiten afirmaciones causales ni generalizaciones. La ausencia de un grupo de control y de medidas cuantitativas de aprendizaje constituye una restricción metodológica explícita. Esta limitación es inherente al momento de implementación de la experiencia y señala con claridad la agenda de investigación futura necesaria para consolidar sus aportaciones.

En futuras fases, esta línea de trabajo podría completarse mediante instrumentos de contraste más específicos, como rúbricas de análisis de justificaciones, cuestionarios pretest y postest sobre comprensión de costes computacionales, o comparación de producciones entre actividades tradicionales y actividades contextualizadas. Estas estrategias permitirían pasar de la identificación de indicios a una valoración más robusta del impacto formativo, manteniendo al mismo tiempo la atención sobre los procesos de razonamiento que constituyen el núcleo de la propuesta.

8. CONCLUSIONES

La experiencia presentada en este trabajo parte de una constatación sencilla pero pedagógicamente potente: la inteligencia artificial se ha vuelto cotidiana en la universidad, pero sus costes materiales siguen siendo, en buena medida, invisibles para el alumnado. Esa invisibilidad limita la calidad de la comprensión tecnológica y empobrece la formación de futuros profesionales en contextos donde memoria, energía, eficiencia y responsabilidad constituyen dimensiones centrales del diseño.

A partir de esta constatación, la asignatura de Arquitectura de Computadores se ha reorientado parcialmente para actuar como un espacio desde el que pensar el coste invisible del cómputo. Los cambios introducidos no han supuesto una reforma completa del programa, pero sí han permitido resignificar contenidos clásicos a través de actividades, casos de estudio y preguntas de diseño más próximos a la realidad tecnológica contemporánea. Apple Silicon, Rosetta 2, RISC-V y referencias recientes a optimización de memoria en IA han funcionado como mediadores pedagógicos útiles para hacer visible lo que normalmente permanece oculto.

Los primeros indicios observados sugieren que este enfoque favorece una mayor implicación del alumnado, una mejora en la calidad de las justificaciones y una percepción más clara de la utilidad de la asignatura. Aunque será necesario profundizar en su evaluación, la experiencia ya permite afirmar que una asignatura técnica puede convertirse en un espacio fértil para trabajar sostenibilidad digital, responsabilidad tecnológica y aprendizaje significativo sin abandonar el rigor disciplinar.

La principal aportación del trabajo reside, por tanto, en mostrar que la innovación educativa en la universidad no necesita oponerse al contenido técnico, sino activarlo de otra manera. Enseñar el coste invisible de la IA no significa añadir un tema nuevo, sino reorientar la mirada sobre la tecnología. El potencial de transferencia de esta propuesta a otras asignaturas del área STEM —sistemas operativos, computación paralela, ingeniería del software— y a debates más amplios sobre innovación educativa universitaria constituye una línea de desarrollo prioritaria para investigaciones futuras.

REFERENCIAS

Apple Inc. (2024, May 7). *Apple introduces M4 chip*. Apple Newsroom. https://www.apple.com/newsroom/2024/05/apple-introduces-m4-chip/

Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education, 32*(3), 347–364. https://doi.org/10.1007/BF00138871

Camarmas-Alonso, D., García-Carballeira, F., Calderón-Mateos, A., y Del-Pozo-Puñal, E. (2024). CREATOR: An educational integrated development environment for RISC-V programming. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Access, 12*, 127702–127717. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3406935

Esmaeilzadeh, H., Blem, E., St. Amant, R., Sankaralingam, K., y Burger, D. (2011). Dark silicon and the end of multicore scaling. In *Proceedings of the 38th Annual International Symposium on Computer Architecture,* (pp.365–376). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/2000064.2000108

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., y Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 111*(23), 8410–8415. https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111

Hennessy, J. L., y Patterson, D. A. (2019). A new golden age for computer architecture. *Communications of the ACM, 62*(2), 48–60. https://doi.org/10.1145/3282307

Jamieson, P., Le, H., Martin, N., McGrew, T., Qian, Y., Schonauer, E., Ehret, A., y Kinsy, M. A. (2022). Computer engineering education experiences with RISC-V architectures—From computer architecture to microcontrollers. *Journal of Low Power Electronics and Applications*, *12*(3), 45. https://doi.org/10.3390/jlpea12030045

Patterson, D. A., y Hennessy, J. L. (2021). *Computer organization and design RISC-V edition: The hardware/software interface*. Morgan Kaufmann.

Patterson, D. A., y Waterman, A. (2017). *The RISC-V reader: An open architecture atlas*. Strawberry Canyon.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education, 93*(3), 223–231. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x

Sutter, H. (2005). The free lunch is over: A fundamental turn toward concurrency in software. *Dr. Dobb's Journal*, *30*(3), 202–210.

Thompson, N. C., y Spanuth, S. (2021). The decline of computers as a general-purpose technology. *Communications of the ACM, 64*(3), 64–72. https://doi.org/10.1145/3430936

Torng, C. (2023). *Building first-order energy modeling intuition in computer architecture lectures*. En Proceedings of the Workshop on Computer Architecture Education (WCAE '23) (pp. 26–33). Association for Computing Machinery (ACM). https://doi.org/10.1145/3605507.3610632

Zoni, D., y Fornaciari, W. (2021). Green computing: The next frontier in computer architecture education. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, *156*, 100–112.

Capítulo 4. Integración de la inteligencia artificial generativa en la enseñanza de la historia en el Grado de Maestro

Sara M. Ferrero-Punzano
https://orcid.org/0000-0001-7211-4128, Universidad de Alicante (España)

Rafael Sebastiá-Alcaraz
https://orcid.org/0000-0002-3052-2657, Universidad de Alicante (España)

Resumen: Esta investigación analiza la integración de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en la asignatura de Didáctica de la Historia de la Universidad de Alicante. La investigación parte de tres premisas fundamentales: la necesidad de alfabetización digital en la formación docente, la importancia de gestionar la IAG para potenciar las capacidades humanas en futuros maestros de Educación Primaria y la carencia detectada en el análisis de obras de arte. Bajo un enfoque constructivista, el estudiante se sitúa en el centro del proceso de aprendizaje. La metodología empleada consistió en un estudio de caso donde el alumnado analizó obras de arte en dos etapas: primero de forma tradicional y, posteriormente, con el apoyo de herramientas de IAG. Los resultados revelan que el uso de la IAG permitió a los futuros docentes profundizar en sus análisis y mejorar sus competencias. La experiencia fomentó una reflexión crítica sobre el potencial de la IAG como recurso didáctico, subrayando que su eficacia depende de un uso estructurado y de un vocabulario técnico preciso. En conclusión, la investigación valida la incorporación de estas tecnologías para enriquecer la formación del profesorado, siempre que se utilicen como un complemento para elevar la calidad del pensamiento histórico y artístico. El proceso metacognitivo ha conducido a que haya una valoración más positiva del ser humano en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: inteligencia artificial generativa, historia del arte, experiencia de aula, grado maestro de educación primaria.

Abstract: This research analyzes the integration of Generative Artificial Intelligence (GAI) into the History Didactics course at the University of Alicante. The research is based on three fundamental premises: the need for digital literacy in teacher training, the importance of managing GAI to enhance the human capabilities of future primary school teachers, and the identified gap in the analysis of works of art. Using a constructivist approach, the student is placed at the center of the learning process. The methodology employed consisted of a case study in which students analyzed works of art in two stages: first, using traditional methods, and subsequently, with the support of GAI tools. The results reveal that the use of AI allowed future teachers to deepen their analyses and improve their skills. The experience fostered critical reflection on the potential of GAI as a teaching resource, highlighting that its effectiveness depends on structured use and precise technical vocabulary. In conclusion, the research validates the incorporation of these technologies to enrich teacher training, provided they are used as a complement to enhance the quality of historical and artistic thinking. The metacognitive process has led to a more positive assessment of the human element in the teaching-learning process.

Keywords: generative artificial intelligence, art history, classroom experience, primary education master's degree.

1. INTRODUCCIÓN

La investigación aborda la integración de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en la asignatura de Didáctica de la Historia de la Facultad de Educación de la Universidad de Alicante (España). El estudio se fundamenta en tres desencadenantes principales.

El primero surge de la necesidad de integrar la IAG en la formación del magisterio y en la práctica de aula. Este reto educativo responde a la rápida difusión de dicho recurso en los ámbitos cotidiano y académico (Arias et al., 2026). Por ello, el objetivo principal es diseñar la innovación tecnológica bajo una metodología constructivista, donde el estudiante sea el auténtico protagonista de su aprendizaje. En consecuencia, se propone facilitar los aprendizajes y contenidos que posibiliten tanto la formación del magisterio y su aplicación en las aulas de Educación Primaria. Las conclusiones de Idrovo y Yánez (2025) vienen a confirmar la finalidad de la presente investigación al destacar la necesidad de seguir investigando para optimizar la introducción de los nuevos recursos didácticos (IAG) en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la historia del arte. La finalidad planteada se apoya en la metodología constructivista que como indica Cabero acompaña o caracteriza al profesorado innovador (Cabero Almenara et al., 2025).

El segundo desencadenante considera la IAG como un instrumento gestionado por los docentes para potenciar las capacidades humanas. Esta premisa debe estar presente, particularmente en la formación del magisterio de Educación Primaria. Los futuros docentes tienen una gran responsabilidad en la formación de la infancia pues ella representa el porvenir de nuestra sociedad. Por tanto, el siguiente objetivo es contribuir a una formación integral y de calidad del alumnado en el ámbito histórico-artístico. Igualmente se propone recurrir a la IAG para desarrollar las capacidades humanas. Esta intención viene avalada por diferentes investigaciones como la de Chan (2024) o Ferrero-Punzano y Sebastiá-Alcaraz (2025).

El tercer desencadenante se deriva de una evaluación inicial en la que se detecta una insuficiente formación que capacite para enseñar a "mirar" las obras de arte.

El diseño curricular en lo relativo a cómo observar e interpretar una obra de arte requiere una formación específica del magisterio para que pueda alcanzar las competencias prescritas y que conlleven un aprendizaje significativo. La preocupación sobre cómo observar una obra de arte cuenta con antecedentes desde tiempos pretéritos y un ejemplo es el libro de Guevara (2016). Las publicaciones más recientes también son muy numerosas (González, 2024), pero la información obtenida en la presente investigación viene a confirmar la necesidad de avanzar o profundizar en esta dirección en la formación de los futuros docentes de Educación Primaria y en este sentido la utilización de la IAG puede resultar un recurso muy útil.

La indagación planificada corresponde a un modelo de investigación en la acción y sigue el modelo de Marqués y Delgado (2025) quienes toman como referencia la Educación Primaria y la Académica para analizar la aplicabilidad de la IAG en estos niveles de enseñanza. En la presente aportación la muestra procede del Grado de Maestro de Educación Infantil de la Facultad de Educación de la Universidad de Alicante. Por otra parte, cabe destacar que la presente investigación ha sido precedida por otra realizada en un IES de Educación Secundaria (Ferrero, Samaniego, Sebastiá, 2026).

Entre los principales resultados obtenidos se destaca la necesidad de avanzar en la formación del futuro magisterio y la utilidad de la IAG para mejorar su formación mediante la autoevaluación. La presente aportación no busca diseñar rúbricas con ayuda de la IAG como ya se ha hecho (Rodríguez, Valdivia, Doeste, 2025) o crear un instrumento para evaluar el pensamiento crítico (Rodríguez, 2025). La aportación en este caso muestra cómo mediante un método comparativo en el que se recurre a un cuestionario el alumnado puede mejorar su formación relacionada con el comentario de una obra pictórica. La estrategia de comparar sus comentarios con los obtenidos por la IAG permite involucrar al alumnado en el aprendizaje y descubrir al mismo tiempo la trascendencia de disponer de un vocabulario, de criterios para observar la pintura o para estructurar sus producciones.

2. MÉTODO

La metodología utilizada se apoya en la investigación en acción dentro del aula, corresponde a un estudio descriptivo de caso y se ha realizado durante los cursos 2024-25 y 2025-26. La muestra correspondiente al primer curso está integrada por 50 personas, y la del segundo curso por 40. Se trata de una muestra de conveniencia procedente de alumnado del tercer curso del Grado de Magisterio de Educación Primaria de la Facultad de Educación de la Universidad de Alicante (España). La metodología combina una propuesta cuantitativa y cualitativa siguiendo el modelo de Piazuelo y Bermejo (2025).

El instrumento fue evaluado previamente por tres investigadores e incluye preguntas abiertas y cerradas lo que conlleva la aplicación de diferentes métodos de análisis. Las cuestiones abiertas se plantean con la finalidad de conocer mejor los motivos de las respuestas obtenidas con las preguntas cerradas siguiendo la metodología utilizada por otros investigadores como por ejemplo Fernández (2022).

El cuestionario dispone de una introducción con el objetivo de informar a la persona participante de los objetivos de la investigación, de la confidencialidad, y de sus derechos. Le sigue un apartado encaminado a recoger datos formales. El corpus del mismo se inicia con una primera pregunta cuya finalidad es documentarse sobre las IAG que más se utilizan y que podrían alterar según su naturaleza los resultados obtenidos. En concreto se les plantea la siguiente cuestión ¿Qué IAG utilizas para realizar el comentario? La segunda cuestión que se incorpora busca conocer si el alumnado encuentra mejoras a su análisis tras compararlo con el de esta herramienta. El tercer ítem recoge el grado de satisfacción y el motivo de ésta. En cuarto lugar, se le pregunta sobre la utilidad. Finalmente, se les interroga sobre las mejoras alcanzadas y si recomendaría la propuesta desarrollada en el aula.

El desarrollo de la investigación se ha organizado en las siguientes fases. En la primera el alumnado realiza el comentario del cuadro del Aguador de Sevilla, obra de Velázquez, de estilo Barroco (1620), sin apoyo de TIC. En la segunda fase el alumnado pide a la IAG que comente la misma obra de arte. En la tercera se procede a comparar y a evaluar los comentarios obtenidos mediante un cuestionario. El procedimiento continúa con una participación abierta en el aula donde se reflexiona sobre los resultados obtenidos.

La metodología propuesta ha permitido que en la primera fase de la experiencia de aula el alumnado tome conciencia de sus limitaciones relacionadas con los contenidos de historia del

arte que se requieren en la asignatura de Educación Primaria denominada Ciencias Sociales. La segunda fase es de naturaleza más procedimental ya que requiere saber solicitar a la IAG un comentario, y en la tercera fase se produce la autoevaluación y se desarrollan los procesos metacognitivos. El alumnado tiene la percepción de esa diferencia entre lo que él produce y lo que se le ofrece desde la IAG.

Posteriormente se les pide que diseñen una nueva actividad. En el estudio que se ha realizado se contemplan las TIC como una herramienta que permite el desarrollo de competencias en el procesamiento y manejo de información, donde el alumnado debe utilizar de manera correcta la IAG, como un instrumento más dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. La prioridad es ayudar a que su implementación se realice de forma correcta y con criterio. Por ello, realizada la actividad se pide al alumnado del Grado de Magisterio de Educación Primaria, que diseñen una nueva propuesta didáctica de aula, en grupos, dirigida a un futuro estudiantado de 6º de Educación Primaria. Como criterio para la elaboración se debe considerar el currículo de la asignatura de Ciencias Sociales, eligiendo el apartado correspondiente a la historia del arte. Otros criterios para la redacción de la actividad es la de atender las adaptaciones curriculares. Esta propuesta debe realizarse de dos formas distintas, sin utilizar la IAG en una primera parte, y sin ella en una segunda parte.

Como testimonio del desarrollo de la práctica por parte de un grupo se recoge el siguiente texto:

> (…) El alumnado bajará al patio del centro y sobre lienzo (…) representará la zona del jardín que elijan utilizando la técnica impresionista, que previamente ha sido estudiada en el aula, de esa misma zona realizarán una fotografía, por grupos, y con ayuda de la IA elegida por el profesorado, en el aula de informática del centro, le pondrán el prompt… (g.8.1)

Para completar el procedimiento seguido en la distribución del cuestionario cabe indicar que se ha realizado en el aula de referencia utilizando la aplicación de *Google Forms*.

Otra cuestión metodológica que puede afectar a los resultados es la variedad de instrumentos o IAG utilizadas por el alumnado. La información obtenida en la primera cuestión confirma el uso mayoritario de las siguientes IAG tal como se recoge en la tabla 1 lo que confiere mayor validez a los resultados obtenidos.

Tabla 1. IAG utilizada para realizar el comentario de la obra de arte

	2024-25		**2025-26**		**Total**	
	ni	**fi(%)**	**ni**	**fi(%)**	**ni**	**fi(%)**
ChatGPT	40	80	30	75	70	77.78
Chatbot	1	2	0	0	1	1.11
Gemini	0	0	5	12.50	5	5.56
No contesta	9	18	5	12.50	14	15.56
Total	50	100	40	100	90	100

Fuente: elaborado a partir de los datos obtenidos

En concreto, se destaca que la mayor parte de las personas encuestadas (77,78%) eligen ChatGPT como primera opción para realizar los comentarios y en menor medida Gemini AI (5,56%). El 15,56% no contesta a esta pregunta.

3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

El análisis cualitativo del comentario realizado por el alumnado toma en consideración los términos utilizados y que se han incluido en la Tabla 2. Para comprender mejor esta información se ha tomado en consideración la normativa educativa vigente y la tesis de Guillen (2016, p. 56) quien sugiere tras analizar la evolución de los comentarios de obras de arte, desde diferentes metodologías, la siguiente estructura para el comentario de una pintura, como se recoge textualmente a continuación por la trascendencia que se le concede.

> En primer lugar, se propone realizar una descripción material para identificar la obra. A continuación, el análisis del significado se debe iniciar clasificando el tema o género y luego se detallará el asunto representado, mediante la descripción (…). Después se analizará el lenguaje visual, (…). Finalmente, una obra de arte no puede explicarse aislada, sino como fruto de una trayectoria biográfica (…) condicionado por la economía, sociedad e ideología de la época en que vivió.

Como se puede comprobar en la Tabla 2, la atención del alumnado se ha dirigido preferentemente a los personajes (83,33%) y a sus edades. Las siguientes categorías recogen valores muy dispares, lo que permite inferir que no se sigue una estructura en el comentario y en particular solo se considera que el 24,44% del alumnado toma en consideración unas pautas para organizar sus comentarios. En este caso la diferencia entre el curso de 2024-25% y 2025-26% es similar (22% y 27,5%) lo que confirma una problemática repetida.

El análisis formal y conceptual implica uso de un vocabulario específico, categoría que solo está presente en el 24,44% de las personas encuestadas. Se puede observar en esta aportación: "(…) como las pinceladas exactas en el botijo grande, el brillo del cristal de la copa que se refleja, el hombre en la parte de detrás, que sale con pinceladas difuminadas, da la impresión de profundidad y tridimensionalidad." (2026, 28). El procedimiento formal también incluye la descripción de personajes que, como se ha indicado, realiza la mayoría de las personas encuestadas, no así el de objetos (44,44%). La consideración de la simbología también resulta esencial para entender la obra artística y en los comentarios obtenidos solo el 34,44% hacen referencia a la simbología barroca. Finalmente, cabe destacar la parquedad de manifestaciones relacionadas con las emociones y sentimientos que provocan en el observador (8,88%).

Tabla 2. Rasgos esenciales destacados por el alumnado en sus comentarios de la obra de arte

	2024-2025		2025-2026		Total	
	ni	**fi(%)**	**ni**	**fi(%)**	**ni**	**fi(%)**
Autor	11	22	5	12.5	16	17.77
Datación	21	42	14	35	35	38.88
Vocabulario	11	22	11	27.5	22	24.44

	2024-2025		2025-2026		Total	
Emociones, sentimientos	8	16	0	0	8	8.88
Personajes (edades)	37	47	38	95	75	83.33
Tenebrismo claroscuro	24	48	19	47.5	43	47.77
Colores	13	26	3	7.5	16	17.77
Luz	17	34	16	40	33	36.66
Planos-fondos	18	36	20	50	38	42.22
Objetos	14	28	26	65	40	44.44
Simbología	20	40	11	27.5	31	34.44
Estructura comentario	11	2	11	27.5	22	24.44
No comenta	2	4	0	0	2	2.22
Total	50	100	40	100	90	100

Fuente: elaborado a partir de los datos obtenidos

El siguiente análisis de los datos obtenidos permite inferir que el 100% del alumnado detecta que el comentario realizado por la IAG les permite obtener mejoras en sus trabajos. Ya desde este momento el alumnado procede a tomar conciencia de que puede aprender y mejorar sus producciones. Como señalan Rojas et al. (2015) se trata de una fase importante del aprendizaje que muchas veces pasa inadvertida. La conciencia pedagógica del docente en formación puede llegar a ser una estrategia metodológica en la medida en que se presente la posibilidad de retomar el sentir, el pensar y el actuar del estudiantado en formación. No obstante, es un elemento del aprendizaje que muchas veces es invisibilizado (28).

El aprendizaje también depende de la utilidad que perciban los implicados en el aprendizaje. La trascendencia de la utilidad en la construcción del conocimiento ha sido destacada tradicionalmente desde la pedagogía y así lo siguen avalando investigaciones recientes (Rubio, Ruiz y Martínez-Olmo, 2016). Los datos analizados también vienen a reforzar la disposición manifestada en la pregunta anterior cuando mayoritariamente (97,8%) reconocen la utilidad del documento obtenido y del proceso de comparación.

Para concretar lo que ha aprendido el alumnado, se les pide que detallen las mejoras observadas. El análisis cualitativo practicado se recoge en la Tabla 3 que se construye con las categorías manifestadas en el cuestionario. Como se puede observar, el alumnado manifiesta que les ha ayudado a mejorar el análisis (56,67%). También es significativo que destaquen que la IAG les ha ofrecido más información (48,89%). Esta característica se muestra más uniforme en los dos cursos. En general, otras investigaciones como Gallent et al. (2023) entre otras, destacan la disposición de "Más información", planteando importantes desafíos como la fiabilidad de dicha información y la reflexión sobre que la disposición de más información no implica mejoras en el aprendizaje. Por el contrario, otras categorías como adquisición de vocabulario, descubrimiento de la simbología, incorporación de cronología sí que implican avances en el aprendizaje. Cabe

señalar aportaciones significativas del alumnado que invitan a estas reflexiones (para garantizar el anonimato se incluye al final del texto el año en el que se ha pasado la encuesta y el número que permite localizar la fuente documental):

"Yo sólo he añadido lo que he podido observar visualmente, mientras que la IA me ha mostrado aspectos mucho más relevantes sobre la obra de arte, no centrándose únicamente en los aspectos visuales" (2025, 43).

"La principal mejora es fijarse en la dignidad dentro de lo humilde, además de reforzar nuestra primera impresión desde un enfoque más preciso" (2026, 33).

La categoría de rapidez tiene una doble perspectiva, por un lado, una favorable y por otra parte negativa, ya que puede implicar una desvalorización del tiempo que requiere el proceso de aprendizaje.

Tabla 3. Señala las mejoras observadas

	2024-2025		2025-2026		Total	
Categoría	**ni**	**fi(%)**	**ni**	**fi(%)**	**ni**	**fi(%)**
Más información	26	52	18	45	44	48,89
Análisis	19	38	32	80	51	56,67
Más completo	8	16	0	0	8	8,89
Vocabulario específico	6	12	3	7,5	9	10
Simbología	8	16	0	0	8	8,89
Fiabilidad	0	0	2	5	2	2,22
Cronología	1	2	0	0	1	1,11
Rapidez	1	2	0	0	1	1,11
"Visualidad"	1	2	1	2,5	2	2,22
No contesta	3	0	0	0	3	3,33
Total	50	100	40	100	90	100

Fuente: elaborado a partir de los datos obtenidos

El resumen favorable del desarrollo de la propuesta didáctica avala la experiencia didáctica desarrollada. De este modo en el curso 2024-25 el cien por cien de las personas encuestadas viene a destacar que la práctica realizada la recomendarían para otros temas de la asignatura y para otras materias. En el curso 2025-26 los resultados son parecidos; solo una persona no recomienda la práctica para otros temas de la misma asignatura o para otras materias.

4. DEBATE

La integración de la IAG en la formación inicial del magisterio, tal como se ha abordado en esta investigación, plantea una reflexión necesaria sobre cómo integrar esta herramienta dentro de una propuesta que siga involucrando al alumnado en sus aprendizajes. Tras el análisis de los

resultados obtenidos se confirma la hipótesis de que la IAG puede funcionar como un recurso catalizador en una doble dirección. La primera es la de desarrollar capacidades y conocimientos que permitan profundizar en el análisis de obras de arte. La segunda es introducir al alumnado utilizando la IAG en la autoevaluación y en la metacognición.

La fortaleza de esta aportación reside en que constituye posiblemente un ejemplo de cómo se recurre a la IAG para implicar al alumnado en el proceso de aprendizaje. La debilidad reside en lo reducido de la muestra y en la necesidad de descentrar la experiencia. No obstante, esta aportación forma parte de un proyecto de innovación educativa favorecido por el ICE de la Universidad de Alicante que se está ampliando a otras materias, grados, universidades y diferentes niveles educativos.

Una cuestión esencial o punto central del debate reside en la tensión entre la "rapidez" que ofrece la tecnología y la profundidad del proceso de aprendizaje. Si bien el alumnado valora positivamente el acceso a "Más información", en coincidencia con otras investigaciones realizadas, y la mejora en sus análisis, se puede inferir que la inmediatez en la obtención de respuestas puede resultar contraproducente si conlleva una desvalorización del tiempo necesario para la reflexión y el desarrollo de criterios propios. Esta idea constituye el reto al que se enfrentan tanto los docentes como los discentes pues el uso de la IAG no debe sustituir el esfuerzo intelectual, sino que debe servir para potenciar las capacidades humanas, en este caso, bajo una propuesta metodológica de naturaleza constructivista, donde los participantes gestionan activamente la herramienta.

Asimismo, la carencia detectada inicialmente en la capacidad del alumnado para "mirar" y estructurar el comentario artístico —reflejada en el escaso uso de vocabulario técnico y simbología— viene a confirmar la necesidad de realizar una urgente intervención pedagógica específica.

Por otra parte, la estrategia de comparación empleada en este estudio demuestra ser eficaz, permitiendo al estudiante tomar conciencia de sus limitaciones y avanzar hacia un aprendizaje significativo. Este procedimiento metacognitivo no solo permite mejorar la competencia técnica, sino que fomenta una valoración más positiva del papel del ser humano en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Finalmente, estos hallazgos, alineados con investigaciones previas como las de Chan (2024) e Idrovo y Yánez (2025), exigen que la innovación tecnológica, acompañada de propuestas pedagógicas oportunas, no sea un evento aislado. Al contrario, este proceso debe adquirir carta de normalidad e incorporarse formalmente a las Guías Docentes como ha sido estudiado por Ruiz-Lázaro, et. al. (2025).

La alfabetización digital en la formación docente constituye un reto social y al mismo tiempo un imperativo académico, dado que los futuros maestros tienen la responsabilidad de formar a la infancia, la cual representa el porvenir de la sociedad.

El desafío al que se enfrenta la comunidad educativa según los resultados obtenidos consiste, por tanto, en estructurar el uso de la IAG y evitar un uso superficial de la misma o superar diferentes dificultades (Piedra-Castro et al., 2024). Con esta propuesta se busca garantizar que se convierta en un aliado esencial para la formación de una sensibilidad estética madura y con criterio propio, en lo relativo al conocimiento del arte.

5. CONCLUSIONES

Como conclusiones que se derivan del análisis practicado, cabe destacar la eficacia del método comparativo, es decir, de que se relacionan las producciones del alumnado con las de la IAG. De este modo, el método permite al alumnado confirmar los resultados obtenidos, o genera el oportuno conflicto cognitivo. Al mismo tiempo, la comparación permite al estudiantado tomar conciencia de sus carencias y limitaciones. La evaluación de los resultados confirma que el 100% del alumnado manifiesta mejoras en sus conocimientos

La fortaleza del procedimiento seguido es que permite elevar la calidad técnica de las producciones, y que contribuye a una valoración más profunda del rol humano en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Mediante esta propuesta la IAG se presenta como recurso didáctico que facilita el desarrollo de las capacidades humanas, y no actúa o se comporta como sustituto de las personas.

El reto en el uso de la IAG está en saber superar la "rapidez" de la tecnología y en saber seguir desarrollando las capacidades humanas, el esfuerzo intelectual, la reflexión y la formación de criterios propios. Desde estos referentes o criterio pedagógico se debe desarrollar la alfabetización digital y el diseño de las Guías Docentes en la Academia.

Como conclusión final cabe destacar que la experiencia analizada confirma que la IAG es una herramienta que permite al alumnado incorporar nuevos conocimientos y procedimientos. En la presente aportación se ha comprobado que el alumnado ha mejorado en la disposición y uso de vocabulario y en la estructuración de los comentarios de la obra de arte.

AGRADECIMIENTOS

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

Arias Ferrer, L., Egea Vivancos, A., Pardo Quiles, V., y González-Monfort, N. (Coords.). (2026). *La Didáctica de las Ciencias Sociales en tiempos de inteligencia artificial y desinformación*. Editum. Ediciones de la Universidad de Murcia. https://doi.org/10.6018/editum.3227

Cabero-Almenara, J., Guillén-Gámez, F., Barroso-Osuna, J., y Palacios-Rodríguez, A. (2025). Creencias pedagógicas docentes y su aceptación de la inteligencia artificial en la educación superior: un estudio comparativo entre países. *Aula Abierta*, *54*(3), 257-268. https://doi.org/10.17811/rifie.21273

Chan Núñez, Mª. E. (2024). Sumando inteligencias: el desarrollo de capacidades humanas con el uso de IA Generativa, *Trayectorias Universitarias*, *10*(19), e170, https://doi.org/10.24215/24690090e170

Fernández Delgado L. (2022). Las TIC en el área de ciencias sociales: uso y opinión de los docentes de Educación Primaria. *Revista UNES. Universidad, Escuela y Sociedad,* (12), 56-72. https://doi.org/10.30827/unes.i12.24013

Ferrero-Punzano, S. M., y Sebastiá-Alcaraz, R. (2025). El uso de la inteligencia artificial en el Grado de Maestro: realidad social y práctica académica. En Rosana, Satorre Cuerda (Coordinación), María José Hernández Amorós, Maximiliano Saiz Noeda, Neus Pellín Buades (Eds.). *Redes de investigación e innovación en docencia universitaria* (129-142). Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante. http://hdl.handle.net/10045/160406

Ferrero-Punzano, S. M., Samaniego Pardo, S., y Sebastiá-Alcaraz, R. (2026). La enseñanza del arte a través de IA en la Enseñanza Secundaria: propuesta didáctica. Daniela Falkoni-Mjehović, Sandra Didović Baranac, Jordi M. Antolí Martínez (Eds.). *Educación y Humanidades en tiempos de transformación. Aportaciones desde la interdisciplinariedad* (101-112). Ed. Octaedro. https://octaedro.com/libro/educacion-y-humanidades-en-tiempos-de-transformacion/

González Zamar, M. D. (2024). *Arte y aprendizaje: estrategias para la educación artística en Primaria*. Editorial Universidad de Almería.

Guillen Moliner, M. (2016). *El comentario de la obra de arte como procedimiento de enseñanza-aprendizaje: estudio de dos casos en 2º de Bachillerato* [Tesis de doctorado, Universidad de Zaragoza]. Repositorio Institucional - Zaguán. https://zaguan.unizar.es/record/56709/files/TESIS-2016-191.pdf

Guevara, F. de. (2016). *Comentario de la pintura y pintores antiguos*. Akal.

Idrovo Torres, V. P., y Yánez Rodríguez, M. A. (2025). Estado del arte: uso de métodos activos para enseñanza de la historia del arte. *Boletín Científico Ideas y Voces*, *5*(2), 325-342. https://doi.org/10.60100/bciv.v5i2.229

Marqués Ibáñez, A., y Delgado Hernández, P. (2025). Modelos generativos en IA como investigación educativa: el impacto de la inteligencia artificial en la enseñanza artística. *REDU. Revista De Docencia Universitaria, 23*(1), 7–25. https://doi.org/10.4995/redu.2025.22022

Piazuelo-Rodríguez, I., y Bermejo-Malumbres, E. (2025). Inteligencia artificial en la Didáctica de Ciencias Sociales: Una aproximación exploratoria para la educación del futuro, *Comunicación y Hombre. 21*, 165-177. https://doi.org/10.32466/eufv-cyh.2025.21.863.165-177

Piedra-Castro, W. I., Cajamarca-Correa, M. A., Burbano-Buñay, E. S., y Moreira-Alcívar, E. F. (2024). Integración de la inteligencia artificial en la enseñanza de las Ciencias Sociales en la educación superior. *Journal of Economic and Social Science Research*, *4*(3), 105-126, https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n3/123

Rodríguez Delís, Y. M., Valdivia Mesa, A., y Doeste Albuerne, A. (2025). Rúbricas con IAG para la formación integral de estudiantes de diseño: oportunidades y desafíos en educación a distancia. *A3manos*, *24*, 1-10. https://fototeca.uh.cu/files/original/2212246/file.pdf

Rodríguez Sánchez, M. del R. (2025). Evaluar el pensamiento crítico en la era de la IA: construcción y validación de una escala de disposiciones en contextos educativos mediados por IAG. *Revista Electrónica Sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, *12*(24). https://www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/876

Rojas Acevedo, K, Badilla Zamora, I., y Ramírez García, A. (2015). Conciencia pedagógica. Una oportunidad para aprender. *Innovaciones educativas*, *23*, 19-28. https://doi.org/10.22458/ie.v17i23.1367

Rubio Hurtado, M. J., Ruiz Bueno, A., y Martínez-Olmo, F. (2016). Percepción del alumnado sobre la utilidad de las actividades de aprendizaje para desarrollar competencias. *Revista de Investigación Educativa*, *34*(1), 221-240. http://dx.doi.org/10.6018/rie.34.1.225131

Ruiz-Lázaro, J., Redondo-Duarte, S., Jiménez-García, E., Martínez-Requejo, S., y Galán-Íñigo, A. (2025). Análisis de las guías de uso de inteligencia artificial en educación superior: comparación entre las universidades españolas. *Bordón, Revista de Pedagogía, 77*(1), 121-153. https://doi.org/10.13042/Bordon.2025.110638

Capítulo 5. IA y carrera docente: una reflexión sobre los efectos en la enseñanza, la formación y la planificación didáctica

Cosimo Giovine
https://orcid.org/0009-0007-7502-5869, Universidad de Málaga (España)

Mª Teresa Castilla Mesa
https://orcid.org/0000-0002-0995-3735, Universidad de Málaga (España)

Resumen: Este trabajo propone una reflexión teórica sobre el impacto de la inteligencia artificial en la profesión docente. El objetivo es organizar y discutir críticamente la literatura reciente sobre IA en educación, así como los marcos de competencias y estrategias que instituciones internacionales y europeas están promoviendo para el profesorado. A partir de una definición operativa de IA aplicada al contexto educativo, se examinan las tensiones entre innovación y continuidad, autonomía docente y dependencia tecnológica, personalización y estandarización, así como las implicaciones éticas y profesionales asociadas al uso de sistemas de IA tanto para la ejecución de tareas administrativas y rutinarias como de IA generativa. El análisis se organiza en torno a cuatro ejes: carrera profesional e identidad docente, necesidades de formación y marcos de competencia en IA, transformaciones en el estilo de enseñanza, apoyo de la IA a la programación didáctica. Finalmente, se discuten las implicaciones educativas de desarrollar estas reflexiones a través de líneas de investigación empírica futura para contrastar las hipótesis planteadas mediante encuestas y otros instrumentos de recogida de datos.

Palabras clave: inteligencia artificial en educación, profesión docente, identidad docente, marcos de competencia, planificación didáctica.

Abstract: This paper offers a theoretical reflection on the impact of artificial intelligence on the teaching profession. Its aim is to organise and critically discuss recent literature on AI in education, as well as the competency frameworks and strategies that international and European institutions are promoting for teachers. Starting from an operational definition of AI applied to the educational context, it examines the tensions between innovation and continuity, teacher autonomy and technological dependency, personalisation and standardisation, as well as the ethical and professional implications associated with the use of AI systems both for the execution of administrative and routine tasks and for generative AI. The analysis is structured around four main axes: professional career and teacher identity, training needs and AI competency frameworks, transformations in teaching style, and the support that AI can provide to instructional planning. Finally, the paper discusses the educational implications of developing these reflections through future empirical research lines designed to test the proposed hypotheses by means of surveys and other data collection instruments.

Keywords: artificial intelligence in education, teaching profession, teacher identity, competency frameworks, instructional planning.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto general

Parece hace décadas, pero solo han pasado tres años desde que la inteligencia artificial ha empezado a atravesar todos los ámbitos de la vida social, desde los servicios públicos hasta las empresas privadas y, por supuesto, la educación. Se estima que en Europa en 2025 casi una de cada tres personas ha utilizado herramientas de IA generativa (Eurostat, 2025), así que no se puede etiquetar como un fenómeno restringido a algunos ámbitos sociales o económicos, sino que está integrada en las prácticas cotidianas de la ciudadanía. Un significativo crecimiento se refleja también en la rápida expansión del mercado de soluciones de IA vinculadas a la educación y la formación, como ya pronosticaba la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico cuatro años antes de la introducción de la IA en el mercado de consumidores (OCDE, 2019).

En el ámbito escolar, consideramos que la IA tiene el potencial de responder a algunos de los retos actuales de la educación, pero también genera riesgos y dilemas éticos que todavía no están plenamente regulados. La reacción a dichos riesgos de los principales países y entidades como la Unión Europea ha llevado a la adopción de intervenciones legislativas para enmarcar el uso de la IA en ámbitos cual la protección de datos personales. En Italia, la Ley 132 de 2025 define las reglas a escala nacional y establece un sistema de gobernanza basado en la coordinación entre las principales agencias estatales. En España hace poco tiempo que se aprobó el proyecto de Ley Orgánica para el buen uso y la gobernanza de la inteligencia artificial, norma que adapta al ordenamiento jurídico español el Reglamento europeo de Inteligencia Artificial (RIA), en vigor desde agosto de 2024.

El temor de los profesores de verse engañados por sus propios alumnos fue, probablemente, el primer efecto de la irrupción de la IA en el ámbito educativo. Hoy una parte creciente del profesorado y del alumnado emplea herramientas de IA para preparar clases, resumir información, generar actividades o realizar tareas, con porcentajes de uso docente que en Europa rondan, de media, un tercio del profesorado de secundaria, aunque con grandes diferencias entre países (UNESCO, 2026). En general, la IA ayuda a automatizar tareas administrativas, diseñar actividades y materiales, definir y personalizar itinerarios de aprendizaje y analizar datos educativos.

La transformación del ecosistema educativo es, como previsible, muy acelerada: si, por un lado, se abren posibilidades para innovar en la enseñanza y atender a un alumnado cada día más heterogéneo, por otro se plantean interrogantes sobre la protección de datos, los sesgos de género, la autenticidad del trabajo académico y, lo que deseamos averiguar en nuestra investigación, el lugar que ocupa la labor profesional docente en un entorno cada día más automatizado. En este contexto, la reflexión sobre cómo el profesorado percibe y vive el impacto de la IA en su carrera y su práctica diaria se vuelve especialmente relevante para investigar la necesidad de proporcionar sí herramientas, pero aún más formación y apoyo (OCDE, 2026a).

Secundaria y FP son niveles en los que la IA se cruza directamente con la transición al mundo adulto y laboral, y donde el profesorado se ve especialmente interpelado por la menor distancia con el alumnado en términos de competencias y habilidades relacionadas con la IA generativa. En la Formación Profesional, además, la IA se vincula de manera muy fuerte con la transformación de los sectores productivos y con la necesidad de preparar técnicos que trabaja-

rán en entornos altamente automatizados, lo que sitúa a los y las docentes en primera línea de la actualización tecnológica (OCDE, 2026b).

Las habilidades en la gestión de la IA por parte del alumnado plantean tensiones específicas en estas etapas: cómo mantener la exigencia académica, cómo evaluar de manera justa, cómo evitar que la IA sustituya procesos de aprendizaje clave en plena fase de desarrollo cognitivo y moral (Yanatma, 2025).

Secundaria y FP son, además, espacios donde confluyen diversidad social, presión por los resultados y fuerte carga burocrática, de modo que la IA se percibe simultáneamente como posible alivio (reducción de tareas repetitivas, apoyo a la personalización) y como nueva fuente de exigencias formativas y de control. El trabajo docente se ve reconfigurado en contextos donde se juegan decisiones cruciales sobre orientación, empleabilidad, igualdad de oportunidades y construcción de la identidad profesional del profesorado (Cobo, 2024).

1.2. Problemática y objetivo del trabajo

El panorama es, por lo que se ve, caracterizado por dos elementos principales: un cambio repentino y constante de los entornos de aprendizaje; y un marco normativo todavía no completamente codificado por la falta de normas específicas, considerando que los primeros intentos de los países occidentales y de China se refieren solo a la regulación de la IA en su generalidad.

La pregunta fundamental de nuestro estudio es, por lo tanto: ¿Qué transformaciones, tensiones y oportunidades está generando la IA en la carrera, la formación y la práctica docente?

El objetivo principal del trabajo es ofrecer una reflexión teórica y crítica sobre el impacto de la inteligencia artificial en la profesión docente, más que presentar los resultados de un estudio empírico que constituirá una fase posterior de la investigación. Así que necesitamos contrastar diferentes aportaciones de la literatura, tratando de ordenar un campo que todavía está en rápida transformación. El enfoque está en cómo podemos comprender, interpretar y problematizar las transformaciones que la IA introduce en las vidas y carreras de los docentes.

Señalamos explícitamente que el proyecto de partida tenía una orientación empírica, basada en un cuestionario a profesorado de Secundaria y FP, pero hemos considerado más fundamentado reformularlo como un trabajo de revisión y reflexión. El interés por la realidad de los centros se aplaza a un momento posterior, cuando se propondrán hipótesis y líneas de investigación que puedan ser contrastadas en futuras fases del proyecto.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. ¿Qué entendemos por inteligencia artificial en educación?

Se puede definir como inteligencia artificial en educación el conjunto de sistemas y aplicaciones capaces de procesar grandes volúmenes de datos y generar contenido para apoyar procesos de enseñanza, aprendizaje y gestión educativa. No se trata solo de una herramienta, sino de un sistema tecnológico integrado que interviene en la toma de decisiones, automatiza tareas e incide en la organización de los tiempos del proceso didáctico, influyendo también en los roles y las relaciones en el aula.

Sin embargo, su presencia en la educación tiene un peso distinto según se hable de la infraestructura subyacente que resuelve problemas y tareas o de la función generativa que produce contenidos a partir de una base de datos casi ilimitada. La infraestructura integrada en los entornos más comunes (ChatGPT, Claude, Gemini, Microsoft Azure AI), con posibilidad de personalización y construcción de algoritmos, hace que la IA se perciba como una funcionalidad de alguna manera autorizada, ya que permite de ejecutar analíticas, ajustar el nivel de dificultad de los deberes, corregir automáticamente ejercicios, filtrar contenido o buscar recursos: todas tareas repetitivas que normalmente requieren tiempo que el profesor preferiría dedicar a otros aspectos de la enseñanza. Se perciben, sin duda, síntomas de frustración por parte del profesorado que maneja poco las herramientas disponibles, pero se trata de poco más que una gestión administrativa de la educación, que con buena voluntad y entrenamiento se puede dominar sin problemas.

Por otro lado, encontramos la IA generativa, aquella que el profesorado y el alumnado reconocen explícitamente como funcionalmente poderosa por permitir interactuar con ella mediante *prompts* y recibir respuestas en forma de textos, imágenes, códigos o presentaciones generadas al instante. El inmenso volumen de datos de entrenamiento hace que se produzca contenido aparentemente original pero que puede incluir errores y sesgos que requieren supervisión humana. Los resultados tienen un valor mucho más importante que en el caso de la gestión administrativa y el problema principal está en la dificultad de evaluar tanto su calidad como el proceso de aprendizaje que ha llevado a la entrega de la tarea. Resulta así fundamental desarrollar competencias críticas en el uso de la IA generativa tanto por parte de docentes como de estudiantes (Hernández-Fernández, 2024).

Distinguir entre IA infraestructural e IA generativa ayuda a comprender mejor la experiencia del profesorado: en muchos casos ya lleva años trabajando con sistemas impulsados por IA sin nombrarlos como tales, mientras que la irrupción reciente de la IA generativa ha hecho explícita la cuestión, sus posibilidades y sus riesgos, situándose en el centro del debate sobre la profesión docente (UNESCO, 2024).

2.2. Profesión docente, identidad y carrera profesional

La profesión docente puede entenderse como una actividad con dimensiones entrelazadas: vocacional, técnica, ética y social (Carreras et al., 2020; Gallegos et al., 2013), y su identidad profesional se construye de forma dinámica a lo largo de la carrera. Es normal que esta se desarrolle a través de un proceso por etapas, con fases de ingreso, estabilización, crisis o replanteamiento y consolidación (Sánchez y Cruz, 2009), pero también es cierto que las trayectorias son distintas de persona a persona y que el sistema educativo y el contexto influyen en el desarrollo de la personalidad docente. En un entorno en rápida transformación como el de hoy, el impacto de la tecnología puede intervenir de manera brutal en un proceso que normalmente requiere años y pedir o forzar cambios drásticos y repentinos. Habíamos vivido temporadas más lentas de introducción de la tecnología en la enseñanza, que habían dado tiempo al profesorado de adecuarse según su interés, capacidad de adaptación, disponibilidad de recursos. Pero la llegada de un sistema complejo y arrebatador, asequible a precios mínimos, cambia por completo los tiempos de reacción y pone a los docentes de espalda a la pared, debiéndose decidir si rendirse, adecuarse o dominar el nuevo recurso.

Las dimensiones de las que hablábamos entran contundentemente en el proceso. El aspecto vocacional remite al sentido de misión que no puede ni debe sufrir por un impacto que promete ser tanto beneficioso cuanto arriesgado. La dimensión técnica pide adecuar los saberes pedagógicos y didácticos para mantener, quizás mejorar, la eficacia de la acción educativa. La cuestión ética implica sentido de responsabilidad y cuidado en la relación con el alumnado, y finalmente la dimensión social exige el respeto de los términos de igualdad para que la introducción de la IA no se convierta en una nueva forma de exclusión social.

La identidad profesional docente es un proceso continuo de reinterpretación de experiencias, se construye con el tiempo y cambia lentamente y con gradualidad. Para el profesorado es importante reconocerse y ser reconocido en su contexto y la relación con el exterior siempre se gestiona con mucho cuidado. Pero ¿qué pasa cuando esta ubicación identitaria en el contexto escolar se ve amenazada por una tecnología que pone a disposición del alumnado herramientas poderosas y de uso tan fácil?

Los cambios tecnológicos pueden fortalecer la identidad docente cuando amplían recursos y proporcionan nuevas formas de enseñar, pero se convierten en amenazas si alteran un equilibrio que es el resultado de años de experiencia. En ese sentido, la identidad digital docente se presenta como un proceso permanente de ajuste frente a la digitalización de la experiencia educativa (Correa et al., 2015).

Toda carrera docente atraviesa fases de estabilidad e inestabilidad. La estabilidad profesional suele crecer cuando el docente consolida rutinas, identidad y dominio didáctico, pero la carrera también puede volverse inestable por reformas, evaluaciones, cambios curriculares, precariedad o incentivos poco equilibrados. Entre otras tensiones, destaca la progresión salarial y profesional que puede generar tensiones entre el desarrollo temprano de la profesión y el reconocimiento institucional. Así que la intervención de la IA en la vida profesional de los docentes, tanto en la de los que se encontraban en una fase de estabilidad como de inestabilidad, puede haber llevado a consecuencias que merece la pena profundizar. Ese impacto puede haber actuado como elemento potenciador del estado actual (estable o inestable), arreglador de la inestabilidad o rompedor de la estabilidad.

2.3. Competencia digital y competencia en IA

La competencia digital docente es un punto de partida sólido para el manejo de la inteligencia artificial, pero exige entender nuevos principios (automatización, generación de contenido, sesgos y modelos de decisión) y aplicar una lógica distinta en la práctica educativa (Martins y Guimarães Carvalho, 2024). Si la competencia digital clásica se centra en manejar herramientas digitales, la competencia en IA añade comprensión de cómo funcionan los modelos y cómo se evalúan los resultados. El uso por parte del docente se transforma de "cómo se usa" a "cómo se estructura" la tecnología en ámbito educativo y prevé nuevas responsabilidades éticas y profesionales que van mucho más allá de la simple competencia instrumental: se requiere juicio sobre el impacto educativo y social de la IA (Rodríguez, 2026).

Al profesorado que usa la IA se piden competencias adicionales que, por supuesto, antes no eran previstas (Intef, 2024). Una mínima alfabetización en datos y modelos puede ayudar a interpretar salidas y entender limitaciones y errores del sistema. Supervisar el diseño pedagó-

gico sin aceptación acrítica del resultado conseguido por la IA es importante para integrar esa intervención en secuencias didácticas eficaces.

También en tareas repetitivas como la evaluación automatizada es necesario entender métricas y verificar la validez pedagógica (Alonso García et al., 2025). Este último estudio ha podido demostrar que "la falta de formación específica limita el uso pedagógico de la IA a pesar de la familiaridad con estas herramientas". Así que hasta la gestión administrativa puede conllevar riesgos y sesgos inesperados. A este respecto, el docente que domina las cuestiones éticas, de privacidad y seguridad consigue evitar o mitigar resultados no conformes.

La formación o autoformación previa del profesorado lleva al paso siguiente, el de proporcionar al alumnado competencia crítica y metacognitiva: enseñar a los estudiantes a usar, cuestionar y evaluar resultados de la IA, y no solo a consumirlos.

¿Cuáles son las implicaciones prácticas para la formación docente? Se pueden definir tres ejes del proceso.

A nivel general y organizativo, formarse en principios, no solo en uso: incluir nociones básicas de modelos, datos y límites de la IA junto a prácticas de aula. Fundamentar el uso de la IA en bases sólidas que permitan un uso consciente e informado de los entornos inteligentes.

En el aspecto práctico, categorizar las tareas, priorizar y dar mayor peso a aquellas actividades que la IA no pueda reemplazar, como el pensamiento crítico, la colaboración y la ética, teniendo en cuenta, como dicho antes, que hasta las tareas repetitivas pueden tener salidas equivocadas o discutibles.

A nivel institucional o de centro educativo, es importante definir protocolos en tema de políticas de datos, selección de proveedores y criterios de transparencia que permitan un uso de la IA lo más posible seguro. Hay entidades privadas que, tras meter en discusión las fuentes de entrenamiento de la IA, han desarrollado sus propias bases de datos para asegurar calidad, salidas compartidas, principios éticos.

La IA supone un cambio de lógica educativo bien explicado en Meneses (2026). No se trata solo de conseguir un resultado, sino un aprendizaje. El tiempo ahorrado mediante el uso de IA generativa libera horas docente para tareas de mayor valor educativo. En este marco, lo que no se puede sustituir es la dimensión humana del aprendizaje y el docente es quien debe seguir inspirando, motivando y enseñando a pensar.

2.4. Retos y soluciones para la adaptación al uso de la IA

Los retos que esperan a los profesores son de tipo alternativo y, a primera vista, presuponen una elección dramática entre dos situaciones opuestas. En realidad, el compromiso entre los extremos siempre es la solución más practicable y compartida.

¿Innovar por innovar o dar continuidad a la experiencia de una vida? Es cierto que la IA pide innovación, pero sin abandonar senderos de identidad personal e institucional, de calidad construida a lo largo de los años, de formación continua y estructurada. De la misma manera, ¿conservar estrictamente la autonomía docente o confiar en la tecnología con el riesgo de volverse dependientes de ella? La dependencia nace justo de la falta de autonomía: el uso consciente e informado de las herramientas evita el riesgo de ser sus esclavos y las vuelve a ser servidoras del docente experto.

Y, finalmente, el tema de la inclusión plantea una elección entre una personalización minuciosa, como diversas son las necesidades educativas del estudiantado, y una estandarización que facilita la evaluación: pero también en este aspecto la solución está en el compromiso, puede difícil de conseguir al principio, pero seguramente satisfactorio cuando se usen marcos flexibles de acción.

3. EJES DE REFLEXIÓN

3.1. IA y carrera profesional

Es cierto que la llegada de la IA pone en discusión la figura del docente como siempre se ha percibido. De ser el centro de gravedad de la enseñanza, la fuente única o principal de la información, pasa a ser un administrador de los recursos, mejor dicho un guía y un garante de los procesos educativos (Sánchez-Vera et al., 2024). Es esto un cambio de paso significativo: la enseñanza ya no está centrada prioritariamente en la transmisión de contenidos, ya que las fuentes ahora se disparan; la evaluación de los resultados de aprendizaje se centra más en la calidad, ya que muchas tareas pueden automatizarse; y el profesorado puede utilizar el tiempo, que ahora puede hasta sobrarle, para dedicarse a actividades de orientación, interpretación, contraste crítico de fuentes y acompañamiento del aprendizaje.

El cambio se anuncia gratificante, pero el progresivo abandono de tareas rutinarias como planificación, corrección o generación de materiales puede llevar a una sensación de sustitución de la figura del profesor por una entidad ajena. También aparece la preocupación por la pérdida de centralidad del docente, ya que la plataforma o el algoritmo pueden convertirse en el principal intermediario entre conocimiento y estudiante. ¿Este trueque será rentable?

La respuesta se debería encontrar en las oportunidades que la IA abre: liberar tiempo para tareas de mayor valor pedagógico, personalizar apoyos y enriquecer la atención a la diversidad. Los roles que el profesorado puede asumir en ese escenario son varios, desde curador de recursos a diseñador de experiencias de aprendizaje, hasta mediador crítico que ayuda a interpretar sesgos, vacíos y límites de la información generada por IA.

Es cierto que la IA puede aumentar la percepción de inseguridad laboral del profesorado si se presenta como sustituto de tareas, pero la evidencia reciente sugiere que su efecto más realista es reconfigurar funciones: menos trabajo repetitivo y más necesidad de criterio pedagógico, supervisión ética y acompañamiento humano (AFOE Formación, 2025). Quitar tareas puede aparecer a algunos como una desprofesionalización; sin embargo, los análisis en educación y seguridad laboral insisten en que la IA puede mejorar la salud organizativa si se usa para reducir cargas rutinarias, siempre que exista formación, tiempo de adaptación y gobernanza clara (Baraza y Torrent-Sellens, 2024). La tecnología en sí misma no causa inseguridad: pero sí necesita la participación activa del docente y límites a la automatización con el fin de evitar el aumento del riesgo psicosocial.

Un posible factor de riesgo es la modificación de la imagen pública del profesorado. Si, por un lado, el docente que usa la IA es reconocido como experto y dinámico, por otro, se puede alimentar la sospecha de que "la máquina hace el trabajo" y, por tanto, cuestionar su profesionalidad. Esto es especialmente delicado porque la imagen social del profesorado es vulnerable

a narrativas mediáticas simplificadoras o negativas, que afectan al reconocimiento profesional y al clima educativo (Civila Salas, 2009) y que son todavía más problemáticas desde la introducción de las redes sociales. La salida más sólida es comunicar que la IA no sustituye la competencia docente, sino que la hace más visible: diseñar, decidir, evaluar, acompañar y sostener la dimensión ética del aprendizaje siguen siendo tareas humanas centrales.

El impacto de la IA sobre la carrera docente, sin duda, muestra diferencias claras entre profesorado novel, intermedio y próximo a la jubilación: cambian la seguridad profesional, el foco de trabajo, la apertura a la innovación y la relación con el cambio. Como se ha mencionado anteriormente, la IA puede intervenir en situaciones de estabilidad o inestabilidad y modificarlas de forma dramática. La posibilidad de permanencia del profesor en el sistema educativo se refuerza cuando la IA reduce carga y mejora la eficacia, pero la IA también puede favorecer el abandono si aumentan los costes de adecuación a la nueva realidad (Sánchez-Olavarría, 2020).

El profesorado novel tiende a buscar estrategias prácticas y apoyo de colegas, mientras que el intermedio suele consolidar repertorios didácticos y experimentar con nuevas funciones. Para estas categorías el uso de la IA ya está tenido en cuenta, pero quien está cerca de la jubilación, a pesar de la serenidad y experiencia acumulada, puede ofrecer más resistencia a cambios percibidos como poco útiles o más costosos. En términos de carrera, las trayectorias suelen agruparse en inicial, intermedia y avanzada, con predominio de la docencia en todas ellas, aunque con distinta intensidad y distribución de tareas.

3.2. IA y formación docente

Hablábamos antes de las diferencias entre competencia digital y competencia en IA. La primera se ha ido consolidando con tiempos cómodos, dando a todos la posibilidad de elegir los instrumentos, identificar caminos nuevos de enseñanza y aprendizaje, estructurar con calma los currículos, recibir retroalimentación a lo largo de los años, todo sin prisa. La necesidad de conseguir la segunda no concede respiro y, además, la formación docente en IA no se puede limitar al manejo instrumental de herramientas: hay que tener en consideración el piano pedagógico y el ético. En este último, comprender sesgos, privacidad, protección de datos y autoría es especialmente relevante: varias fuentes subrayan que la adopción de IA en educación genera dudas sobre la transparencia de los sistemas, el uso de datos y la supervisión humana (Comisión Europea, 2026).

También aparece una brecha entre la formación disponible y las necesidades reales del profesorado. La preparación que se ofrece a los docentes tiene que ser no solo técnica, sino conectada con la práctica del aula, más aplicada, contextualizada y orientada a la toma de decisiones pedagógicas. No basta con saber usar la IA, sino que hace falta saber cuándo conviene usarla, para qué objetivos didácticos y con qué límites éticos (Negru-Subtirica et al., 2025).

Conviene distinguir entre formación inicial y formación continua. Una vez sentadas las bases conceptuales sobre alfabetización en IA, hay que seguir formando porque las herramientas cambian con rapidez y porque su uso educativo depende del contexto escolar y curricular. Unas sesiones introductorias con acompañamiento posterior, comunidades de práctica y recursos de actualización periódica pueden ayudar a conseguir continuidad en la formación.

El problema del tiempo para la formación es uno de los obstáculos más destacados. En general, aunque la misma IA solucione tareas, para el profesorado puede resultar difícil participar

en procesos formativos largos o desvinculados de su realidad laboral. De eso se trata: la IA promete ahorrar tiempo, pero también puede generar más trabajo en la fase inicial de su adopción. Por eso, la formación más viable suele ser breve, práctica, integrada en el horario laboral y directamente útil para reducir tareas repetitivas.

Pero también se pone el problema de las resistencias al uso formativo de la IA. El miedo a la incompetencia, el temor de quedarse atrás, la saturación tecnológica son experiencias comunes. No se trata, por cierto, de una oposición a la innovación, sino de la una respuesta a la percepción de que la IA añade complejidad, incertidumbre y sobrecarga profesional (UGT, 2026). La solución está en favorecer la motivación a innovar: la curiosidad, la mejora de la enseñanza y el deseo de aliviar carga de trabajo hacen que muchos docentes se interesen por la IA cuando la perciben como una ayuda esencial. En ese sentido, la formación resulta más eficaz cuando conecta con problemas reales del aula y muestra beneficios concretos sin desplazar la autonomía profesional del docente.

3.3. IA y estilo de enseñanza

Decíamos que, siendo ya no solo un transmisor de conocimiento, el docente tiene que convertirse en facilitador, diseñador de contenidos y tareas y mediador crítico. Al mismo tiempo, cambia la autonomía del alumnado en consecuencia de cómo se usa la herramienta, si como apoyo para pensar o como sustituto del esfuerzo. En términos didácticos, esto encaja con la idea de *scaffolding* (andamiaje): no dar la respuesta hecha, sino crear soportes para que el estudiante construya comprensión por sí mismo (Exposito, 2023).

El uso que hace el alumnado de la IA puede ir desde el apoyo legítimo hasta la copia o la sustitución del trabajo intelectual. Cuando la herramienta se usa como atajo cognitivo, puede debilitar la autorregulación, la creatividad y el pensamiento crítico, porque el estudiante delega procesos que debería practicar (Rodríguez, 2025). Según la UNESCO (cit.), el foco de la relación pedagógica no está solo en obtener resultados, sino en hacer visible el proceso. La evaluación y la enseñanza ganan cuando el alumnado compara respuestas, justifica decisiones y contrasta con fuentes fiables, en vez de limitarse a entregar un producto final.

Un riesgo concreto y común es la homogeneización de los resultados. Si muchas tareas se generan o resuelven con la misma herramienta, los trabajos tienden a parecerse, crecen las dudas sobre la autenticidad, porque el profesorado necesita distinguir entre aprendizaje real y producción automatizada (EDUforics, 2026). La marca de la IA a menudo es inconfundible. El profesor, aparte de usar su experiencia, invertirá evidentemente tiempo en la búsqueda inversa, utilizando herramientas para detectar el uso de la IA, pero también tendrá que fomentar la personalización del resultado, animando a los estudiantes a elaborar con sentido crítico las salidas.

3.4. IA y programación didáctica

La IA puede funcionar como un soporte técnico muy potente para la docencia, sobre todo en la preparación de materiales, la evaluación y la organización del trabajo cotidiano. Lo que deja sin solucionar es el control pedagógico, la transparencia evaluativa y la redistribución de la carga laboral del docente. El tiempo ahorrado, como decíamos, permite al profesorado concen-

trarse más en decisiones pedagógicas de fondo: de la selección de las fuentes a la tutoría en el aprendizaje, de la orientación a la atención a las diversidades. Lo que no debe pasar es que el docente se convierta en un simple supervisor de las propuestas generadas por la IA: el control del proceso siempre tiene que estar en sus manos para garantizar calidad y equidad en el uso de la herramienta.

La IA abre posibilidades interesantes para analizar datos de aprendizaje, detectar patrones de dificultad, adaptar actividades y ofrecer una retroalimentación más rápida. Si es bien usada, puede facilitar un seguimiento más continuo y personalizado del alumnado.

No todo es ahorro de tiempo. En las tareas rutinarias la IA puede reducir parte del esfuerzo, pero también puede crear nuevas tareas de revisión, contraste, ajuste y verificación. Así que la carga de trabajo podría no disminuir, sino simplemente cambiar de forma. El trabajo docente se ve reconfigurado hacia actividades de supervisión, curación y validación, que siguen siendo exigentes y consuman atención profesional.

4. CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

La IA aporta al debate sobre la profesión docente una idea central: no sustituye simplemente tareas, sino que obliga a repensar qué es enseñar, cómo se organiza el trabajo docente y qué tipo de profesional necesita la escuela. Su impacto es ambivalente: puede ampliar capacidades, pero también intensificar riesgos de dependencia, desorientación en la carrera o pérdida de sentido pedagógico.

Los cambios percibidos en la carrera docente desplazan el centro de la actividad desde la transmisión hacia la mediación, el diseño y la orientación del aprendizaje. Los apoyos técnicos son valiosos, pero se exige más criterio profesional para no caer en usos automáticos o acríticos. La figura del docente se revaloriza, mejora la calidad educativa y sostiene procesos formativos complejos y éticamente válidos.

Instituciones y centros formativos son encargados de proporcionar no solo formación técnica, sino disciplina ética y atención a la experiencia en el aula, facilitando criterios para decidir cuándo, cómo y para qué usar la IA con finalidad educativa. Curando las cuestiones de autoría, sesgos, privacidad y límites de la automatización, las entidades reguladoras pueden ayudar a que la IA no sea vivida solo como una exigencia contingente, sino como un elemento de programación pedagógica a nivel de sistema.

Por último, y esto es lo que planteamos para el primer seguimiento de esta reflexión, destacamos que el tramo final de la carrera docente merece apoyo específico, porque puede concentrar criticidades como el cansancio, la dificultad de actualización tecnológica, la desorientación del docente. Las políticas deberían reconocer que la innovación no tiene el mismo coste para quien empieza que para quien lleva décadas enseñando.

El proyecto seguirá con investigaciones de carácter mixto cualitativo-cuantitativo para comparar percepciones según edad, experiencia, especialidad o nivel educativo. Eso permitiría ver si la IA se vive más como oportunidad, amenaza o carga en función del perfil profesional.

Quedan abiertas muchas preguntas: si hay diferencias generacionales en la aceptación de la IA, qué especialidades la integran con más facilidad, cómo cambia la percepción del profesorado según el nivel de estudio, y hasta qué punto su uso afecta realmente al bienestar docente.

Lo que podemos afirmar con seguridad es que la IA no resuelve por sí sola los problemas de la docencia, pero sí obliga a replantear con más profundidad qué significa enseñar, cómo se cuida la profesionalidad docente y qué condiciones institucionales hacen posible que la innovación no sea un desafío, sino una oportunidad.

REFERENCIAS

AFOE Formación (2025). *Impacto de la inteligencia artificial en el aula. Guía para educadores*. https://www.afoe.org/impacto-ia-en-el-aula/

Alonso García, S., Aznar Díaz, I., Cáceres Reche, M. P., y Victoria Maldonado, J. J. (2025). Relación entre las competencias digitales docentes y la aceptación y uso de la Inteligencia Artificial en el periodo de formación inicial docente. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado: REIFOP*, *28*(2), 1-17. https://doi.org/10.6018/REIFOP.655401

Baraza, X., y Torrent-Sellens, J. (2024). Artificial intelligence and emerging risks in occupational safety and health. *Encyclopedia*, *6*(1), 25. https://doi.org/10.3390/encyclopedia6010025

Carreras, M. P., Belló, P., y Stockl, C. M. T.. (2020). Trabajo docente y narrativa: Las dimensiones del Ser docente. *Revista Diálogo Educacional*, *20*(66), 1185-1204. https://doi.org/10.7213/1981-416x.20.066.ds11

Civila Salas, A. C. (2009). La imagen social del profesorado en la prensa. *Teoría De La Educación. Revista Interuniversitaria*, *17*. https://doi.org/10.14201/3129

Cobo, C. (2024). *AI in Education: Expert Discussions on Shaping the Future of Learning.* https://acortar.link/SeGakT

Comisión Europea: Dirección General de Educación, Juventud, Deporte y Cultura (2026). *Directrices para educadores sobre el uso ético de la inteligencia artificial y los datos en la enseñanza y aprendizaje: actualización*. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. https://data.europa.eu/doi/10.2766/7967834

Correa Gorospe, J. M., Fernández Olaskoaga, L., Gutiérrez-Cabello Barragán, A., Losada Iglesias, D., y Ochoa-Aizpurua Aguirre, B. (2015). Formación del Profesorado, Tecnología Educativa e Identidad Docente Digital / Digital Teacher Education, Educational Technology and Teacher Digital Identity. *Revista Latinoamericana De Tecnología Educativa - Relatec*, *14*(1), 45-56. https://doi.org/10.17398/1695-288X.14.1.45

EDUforics (2026). *Preocupación docente por el impacto negativo de la IA en el pensamiento crítico del alumnado*. https://acortar.link/5ES4VV

Exposito, J. (2023). *Aprendiendo en un andamio: el Scaffolding en Educación*. https://www.rededuca.net/blog/educacion-y-docencia/scaffolding-educacion

Eurostat. (2025, December 15). *32.7% of EU people used generative AI tools in 2025*. https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20251216-3

Gallegos Gallegos, M. de L., Moreno Ramos, V. ., y Torres Carrillo, C. (2013). Las diversas dimensiones del trabajo del docente y la necesidad de formación. *Docere*, 8, 27–31. https://doi.org/10.33064/2013docere82363

Hernández-Fernández, A. (2024), *Inteligencia artificial para docentes según la UNESCO*. https://acortar.link/7aPPsw

Intef (2024). *Competencias docentes en IA*. https://code.intef.es/noticias/competencias-docentes-en-ia/

Martins, I., y Guimarães Carvalho, I. S. (2024). Formación de la competencia digital docente en la era de la inteligencia artificial. *COMeIN, Revista de los Estudios de Ciencias de la Información y de la Comunicación*, número 144 (junio de 2024). https://doi.org/10.7238/issn.2014-2226

Meneses, N. (2026). Cuando la inteligencia artificial hace los deberes, la educación cambia de reglas. *El País*, 16 de abril de 2026. https://acortar.link/7aPPsw

Negru-Subtirica, O., Raffaghelli, J., y Marinica, B.V. (2025). *Ethics of AI and data in Education. The Situated ETH-TECH perspective: a Framework for practice*. ETH-TECH project Deliverable N1. Zenodo.

OCDE. (2019). *Artificial Intelligence in Society*, OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/eedfee77-en.

OCDE. (2026a). *OECD Digital Education Outlook 2026: Exploring Effective Uses of Generative AI in Education*, OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/062a7394-en

OCDE. (2026b). *Developing Vocational Education and Training with Artificial Intelligence*, OECD Reviews of Vocational Education and Training, OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/e9f76b4e-en.

Rodríguez, L. (2025). El riesgo de formar estudiantes sin voz propia. En *Periodismo ULL*. https://periodismo.ull.es/el-riesgo-de-formar-estudiantes-sin-voz-propia/

Rodriguez Álvarez, E. M. (2026). Modelos de competencias digitales docentes y su relación con la inteligencia artificial: revisión sistemática. *Revista InveCom ISSN En línea: 2739-0063*, *6*(4), 1-12. https://doi.org/10.5281/zenodo.20562817

Sánchez Cerón, M., y Cruz Corte, F. M. del S. (2009). Etapas de desarrollo profesional y Carrera Magisterial en Tlaxcala. *Actas del X Congreso Nacional de Investigación Educativa, Veracruz (México)*. https://acortar.link/TbAGP9

Sánchez-Olavarría, C. (2020). Trayectorias profesionales docentes: ¿una cuestión de experiencia? *Revista de la Educación Superior*, 49 (196). https://www.scielo.org.mx/pdf/resu/v49n196/0185-2760-resu-49-196-39.pdf

Sánchez-Vera, F., Becerra Brito, C. V., y González Delgado, M. (2024). *Inteligencia Artificial en la Educación: Transformando el Aprendizaje y la Creación de Conocimiento.* Repositorio OCW, Universidad de La Laguna.

UGT (2026). *UGT exige protección de datos y regulación ante una IA que dispara la carga docente y pone en riesgo el aprendizaje del alumnado*. https://acortar.link/OxBj2W

UNESCO. (2026). *Artificial intelligence in education*. https://www.unesco.org/en/digital-education/artificial-intelligence

Yanatma, S. (2025). *How are teachers in Europe using AI in the classroom and which country uses it the most?* Euronews. https://acortar.link/jnZv0l

Capítulo 6. La transformación digital en una universidad pública en México: una experiencia desde la gestión

Teresa Guzmán Flores
https://orcid.org/0000-0001-7330-4556, Universidad Autónoma de Querétaro (México)

Francisco León-Pérez
https://orcid.org/0000-0002-6701-391X, Universidad Autónoma de Querétaro (México)

Reinalda Soriano Peña
https://orcid.org/0000-0003-2377-3762, Universidad Autónoma de Querétaro (México)

José Adrian Macías Rodríguez
https://orcid.org/0009-0006-0141-5111, Universidad Autónoma de Querétaro (México)

Resumen: El proceso de transformación digital se vislumbra como uno de los principales desafíos en las instituciones de educación superior, al implicar cambios que trascienden la incorporación de las tecnologías de la información, así como aquellos relacionados con gobernanza, gestión administrativa, cultura organizacional y formación de competencias y capacidades. El presente trabajo tiene como objetivo recuperar y analizar la experiencia del inicio de un proceso de transformación digital en una universidad pública de México, con la finalidad de identificar aprendizajes, desafíos y oportunidades que puedan ser la base para estrategias institucionales, así como replicarse en contextos similares. En el aspecto metodológico, se utilizó la sistematización de experiencias, mediante la recuperación de documentos, registros, entrevistas y testimonios recabados de los actores involucrados. Los resultados mostraron que el proceso se desarrolló en torno a acciones de formación y sensibilización de directivos, así como la alineación de la transformación digital con la planeación estratégica institucional, la realización de diagnósticos en materia de tecnologías y la definición de una estrategia diseñada en atención a las tecnologías de la información. Del mismo modo, se identificó que existen barreras relacionadas con la resistencia al cambio. Como conclusión, se plantea que la transformación digital requiere liderazgo comprometido, gobernanza y apropiación en el sentido cultural, así como una visión integral de aspectos tecnológicos, gestión administrativa y desarrollo institucional.

Palabras clave: transformación digital, educación superior, gobernanza digital, sistematización de experiencias, gestión universitaria.

Abstract: Digital transformation has become one of the main challenges facing higher education institutions because it involves changes that go beyond the adoption of information technologies. It also requires new approaches to governance, administrative management, organizational culture, and the development of institutional competencies and capacities. This paper examines the initial stage of a digital transformation process at a public university in Mexico. Its purpose is to analyze this experience in order to identify the lessons learned, the challenges encountered, and the opportunities that may support the design of institutional strategies and be applied in similar contexts. The study was conducted using a systematization of experiences approach based on the analysis of institutional documents, records, interviews, and testimonies collected from the participants involved in the process. Results showed that the

initiative centered on training and awareness activities for institutional leaders, the alignment of digital transformation with the university's strategic planning, technology assessments, and the definition of a strategy focused on information technologies. Resistance to change also emerged as one of the main barriers during implementation. The study concludes that digital transformation requires committed leadership, sound governance, cultural appropriation across the institution, and an integrated perspective that brings together technological, administrative, and institutional development.

Keywords: digital transformation, higher education, digital governance, systematization of experiences, university management.

1. INTRODUCCIÓN

¿Por qué es necesario que las instituciones de educación superior asuman la transformación digital? La acelerada irrupción de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) ha transformado los ámbitos educativo y social, planteando nuevos desafíos para las universidades. Ante este escenario, no podemos limitarnos a ser espectadores, por el contrario, debemos asumir un papel activo que permita aprovechar el potencial de estas tecnologías en beneficio de nuestras capacidades como actores educativos, sin dejar de cuestionar sus costos, limitaciones y posibles efectos adversos (Sánchez, 2024 citado en Frías, 2024).

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) propone situar la transformación digital (TD) como un eje transversal de los sistemas de educación superior. Desde esta mirada, la TD implica transformar los contenidos, la pedagogía, la gobernanza y la gestión de las funciones universitarias (UNESCO, 2025). En consecuencia, se requiere promover una cultura digital capaz de replantear las prácticas educativas y generar respuestas acordes con las necesidades de la comunidad universitaria y de la sociedad (Sánchez, 2024, citado en Frías 2024).

La TD no puede entenderse únicamente como un proceso tecnológico ni asumirse desde una visión determinista que atribuya a la tecnología la capacidad de generar cambios culturales por sí misma (Dussel y Castro, 2024). Por el contrario, se compone como un campo problemático que requiere análisis y reflexión desde una perspectiva social (Dussel y Castro, 2024). En este sentido, la TD se relaciona con la cultura digital y exige comprender las resistencias, apropiaciones, resignificaciones y prácticas construidas por los sujetos sociales. A partir de ello, planteamos la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los imaginarios sociotécnicos de futuro que construyen los integrantes del Comité y Subcomités de Gobernanza de esta universidad pública mexicana en relación con la transformación digital?

Las preguntas que se derivan de la pregunta central son las siguientes: a) ¿Cuáles son las problematizaciones que el Comité y los Subcomités de Gobernanza de esta universidad pública plantean como prioritarias (temas o tópicos a atender)? y b) ¿Cuáles son las propuestas para la gobernanza de la transformación digital de esta universidad pública en México de acuerdo con su contexto?

Para comprender la TD en esta universidad, recuperamos la perspectiva sociocultural crítica, que aporta elementos para analizar el conocimiento y las experiencias como prácticas educati-

vas situadas en un contexto social y cultural. Planteamos la necesidad de la autorreflexión y la participación comunitaria para generar conocimientos y prácticas situadas para responder a las necesidades de la comunidad universitaria.

Con estas consideraciones, el objetivo es analizar la experiencia y los discursos de actores clave de la TD en una universidad pública mexicana durante 2024 y 2025. La investigación es cualitativa, exploratoria, interpretativa y de campo. Metodológicamente, se analiza la experiencia desarrollada para identificar los imaginarios sociotécnicos, las problematizaciones priorizadas por el Comité y Subcomités de Gobernanza, y sus propuestas para gobernar la TD.

El texto se organiza de la siguiente manera: referentes conceptuales, metodología, resultados, reflexiones de fondo y, finalmente, las conclusiones.

1.1. Referentes conceptuales de la investigación

La gobernanza emerge como una perspectiva que pretende comprender los procesos de toma de decisiones, que no se limita a la acción exclusiva del Estado, sino que incorpora la participación de diversos actores en la definición e implementación de políticas (Dussel y Williams, 2023). Esta noción es relevante para el campo educativo en las últimas décadas, que exige formas de organización más flexibles y participativas por parte de los diferentes actores que posibiliten un desarrollo institucional (Fernández et al., 2018). Hoy, más que nunca, las instituciones de educación superior tienen el reto de construir propuestas que posibiliten integrar capacidades, intereses y responsabilidades que atiendan las demandas cada día más complejas de su comunidad académica y estudiantil.

Actualmente, hablar de una gobernanza digital es plantear interrogantes sobre la capacidad de las políticas institucionales que incidan en la construcción de prácticas educativas para hacer frente a los desafíos contemporáneos (Dussel y Williams, 2023). La noción de imaginarios sociotécnicos que proponen Jasanoff y Kim (2015) permite pensarlos como visiones que son construidas colectivamente sobre futuros deseables, sostenidas, impulsadas y puestas en práctica por las instituciones educativas, sin omitir los acuerdos y consensos por los diferentes actores que forman parte de la vida y organización social. Este enfoque es una posibilidad para analizar y comprender cómo los diferentes actores imaginan, construyen negociaciones y proyectan el futuro, en este caso de su universidad, a partir de las posibilidades que puedan ofrecen la ciencia y la tecnología, sin soslayar un posicionamiento crítico.

La cultura digital es entendida aquí como sistemas de significados y sentidos que los sujetos sociales construyen en las prácticas humanas en entornos sociotécnicos digitalizados (Dussel y Castro, 2024). Esta noción reconoce que las tecnologías no producen transformaciones de manera automática, más bien, son apropiadas, resignificadas y disputadas por los sujetos en contextos específicos. La cultura digital puede ser una herramienta conceptual que nos aporta a la comprensión de las experiencias, resistencias y cambios que emergen en los procesos de TD en las universidades.

Uno de los autores que plantea propuestas en relación con la gobernanza de las TIC es Chinkes (2021), al considerar que hay que clarificar los mecanismos para definir las decisiones tecnológicas, los actores que van a participar y los procesos para su comunicación y seguimiento. Lo que permite reflexionar que la gobernanza no solo se enfoca en la gestión de recursos

tecnológicos, sino en asegurar las decisiones que se toman en relación con las TIC, ya que estas deben estar alineadas con los objetivos estratégicos de la institución. Desde este posicionamiento, comprender quién decide, cómo se decide y bajo qué criterios se implementan las acciones es fundamental para analizar los procesos de TD en las instituciones de educación superior.

2. MÉTODO

Las iniciativas realizadas en esta universidad con relación a la TD impactan los procesos que utilizan tecnología digital y representan una experiencia que puede ser analizada, interpretada y comprendida, con lo cual sería posible, también, apoyar a otras instituciones en contextos similares. Asimismo, es necesario entender que la TD se entrelaza transversalmente con todas las funciones sustantivas y adjetivas de la universidad, pero, para el fin epistemológico de este trabajo, asumiremos una postura centrada en los procesos derivados de la gestión institucional. Empero, la narrativa generada puede ser aplicada y entendida desde otras visiones institucionales.

Para alcanzar el objetivo planteado, se optó por la metodología de sistematización de experiencias, entendida como un proceso reflexivo de los actores de una experiencia para rescatar los procesos y productos validados como resultado de la ejecución de un proyecto, configurados como un sistema que puede replicarse en situaciones semejantes a la experimentada (Coppens y Van de Velde, 2005, citado en Vientós y Ortíz, 2009).

Esta metodología nos permitió descubrir que la resolución del problema no se limita a la simplicidad de una tarea mecánica o al seguimiento de una fórmula, que no puede atenderse sin preparación o rigurosidad, más bien, representa un ejercicio que exige una disposición creativa para su realización. En este sentido, los desafíos metodológicos se asumen desde la definición de criterios y principios que permitan estructurar una estrategia que se traduzca en planear, diseñar y ejecutar procesos ordenados y coherentes, que sean lógicos y que se traduzcan en resultados transformadores respecto de la situación de la cual se partió (Jara, 2018).

2.1. Proceso metodológico de la sistematización de la experiencia

En el presente apartado exponemos la secuencia que se siguió en este proceso metodológico de acuerdo a los criterios que expone Jara (2018). En este sentido, se desarrolla: 1) el punto de partida; 2) la formulación de un plan de sistematización, incluyendo el objetivo de la sistematización, la delimitación del objeto de estudio y la definición de los ejes de sistematización; 3) la recuperación del proceso vivido; 4) las reflexiones de fondo, y; 5) las conclusiones, recomendaciones y propuestas. Los primeros dos elementos se delinean a continuación; la recuperación del proceso vivido se traduce en la descripción sintética de la experiencia, que se plasma en la sección de resultados; las reflexiones y las conclusiones también se han dispuesto en sus propias secciones.

2.1.1. El punto de partida

Partimos de la propia experiencia, pues, de acuerdo con Jara (2018), quienes han vivido la experiencia deberán ser los principales protagonistas de la sistematización, en este caso, los autores, quienes formulamos este trabajo y somos partícipes de dicho proceso; además de contar con un

equipo de apoyo para realizar el análisis de múltiples registros, evidencias, textos, entrevistas y minutas, para recopilar, organizar, interpretar y sistematizar la información.

2.1.2. Plan de sistematización

La formulación de este plan está enfocada en dar inicio al proceso de sistematización, por ello, planteamos y daremos respuesta a preguntas orientadoras que permitan desarrollar dicho plan. Estas preguntas buscan definir el sentido, la utilidad y los resultados esperados de este proceso.

¿Para qué queremos sistematizar? La intención es comprender a profundidad la experiencia y poder rescatar una propuesta de mejora. Se tiene como intención recuperar los aprendizajes de los sujetos participantes y así contribuir a la reflexión teórica de los conocimientos generados que surgieron del proceso con la finalidad de retroalimentar y orientar directrices en otros proyectos de TD. En este contexto, el fin de sistematizar la experiencia es: recuperar y documentar la experiencia de llevar a cabo el inicio de un proceso de TD en una universidad pública mexicana, con el propósito de identificar aprendizajes, desafíos y oportunidades que orienten futuras estrategias institucionales de TD en otros contextos similares.

¿Qué experiencias queremos sistematizar? Pretendemos sistematizar la experiencia de impulsar un proyecto de TD, planteamos la necesidad de la autorreflexión y la participación activa de la comunidad para generar conocimientos y prácticas que atiendan las necesidades universitarias en relación con las prácticas de TD. Asimismo, es de nuestro interés reflexionar sobre las prácticas aplicadas en el desarrollo de la TD con la finalidad de identificar líneas estratégicas que aporten aprendizajes a otras instituciones de educación superior.

¿Qué aspectos centrales nos interesan más? A partir de la experiencia vivida nos interesó reconstruir y analizar las acciones emprendidas durante la etapa inicial del proceso de TD en esta universidad. Para ello, definimos dos ejes de sistematización, el primero consiste en las acciones enfocadas a sensibilizar al máximo órgano de gobierno universitario, ya que su participación es relevante en el proceso (Rubio de las Alas-Pumariño, 2020; Díaz Angulo, 2025), así como en la capacitación y formación de los actores involucrados. El segundo eje se enmarca en las acciones encaminadas a alinear el Plan Institucional de Desarrollo (PIDE) (Universidad Autónoma de Querétaro, 2024) con el proyecto de TD.

¿Qué fuentes de información tenemos y cuáles necesitamos? Contamos con documentos generados durante el proceso, incluimos actas constitutivas, presentaciones, grabaciones, minutas de reuniones y reflexiones propias de los actores involucrados a través de entrevistas y testimonios. A estas fuentes documentales se realizó una revisión sistémica con la finalidad de codificar temáticamente, caracterizar y clasificar los componentes emergentes del análisis realizado.

¿Qué procedimientos concretos vamos a seguir y en qué tiempo? Resaltamos este punto puesto que en esta etapa determinamos e identificamos a las personas participantes (directivos del primer, segundo y tercer nivel de la estructura orgánica institucional), así como la definición del equipo de trabajo que desarrolla la sistematización. En esta fase se definieron los tiempos establecidos, se seleccionaron las técnicas y los instrumentos para la recuperación de la información y se plantearon los ejes sistemáticos. El producto final es el plan para la sistematización de la experiencia.

3. RESULTADOS: RECUPERACIÓN DEL PROCESO VIVIDO

En esta fase de la investigación presentamos los resultados obtenidos de la sistematización, en ellos se describe la estrategia de implementación del proyecto de TD, misma que está basada en la experiencia analizada. Enfatizamos en las acciones realizadas en torno a las TIC, puesto que dieron pauta para definir la estrategia implementada, dichas acciones se describen tal como se llevaron a cabo, con la intención de servir como guía orientadora en otras implementaciones. La cualidad de los resultados es principalmente narrativa, debido a que pretendemos exponer el trayecto recorrido a través de una mirada objetiva, no pretendemos cuestionar por qué sucedió cada situación, sino que intentamos expresarlas de la forma más natural posible a través de los recursos y registros con los que contamos.

3.1. Inicio del proyecto: designación y visión estratégica

La experiencia de impulsar la TD en esta universidad comenzó con la asignación de la persona al frente de la Dirección del área de Tecnologías, quien se destacó por tener un perfil adecuado para asumir una visión estratégica que diera directriz a este proceso. Dicha persona fue designada por la persona titular de la rectoría ante el Comité ANUIES TIC como el CIO Institucional (*Chief Information Officer*), reconociendo la importancia de contar con un liderazgo técnico y político, con la finalidad de encabezar un proyecto estratégico de TIC. Como antecedente, cabe destacar que la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) es una organización no gubernamental mexicana que agrupa a las principales universidades e institutos del país, cuyo objetivo es promover el desarrollo, la mejora continua y la calidad académica en la educación superior de México.

En este sentido, la primera acción inmediata fue vincular a la universidad con organismos que brindaran soporte y respaldo al impulsar un proyecto de TD. Como consecuencia, el CIO participó en el "Curso Internacional en Dirección TIC para CIO de Universidades 2025", organizado por METARED, proyecto en el que participaron los responsables de las áreas de tecnologías de instituciones de educación superior en Iberoamérica. Es importante hacer mención que la formación del CIO es estratégica para la definición de una visión institucional en torno a la TD.

3.2. Comprensión del entorno y sensibilización

Con base en la propuesta de Chinkes (2021), se definieron las siguientes acciones:

3.2.1. Análisis del contexto

Como primer paso, se describió la mirada actual del contexto universitario y sus tendencias, es decir, comprender la dimensión externa de la institución para diseñar una estrategia de TIC acorde a las necesidades reales de la universidad. Esta mirada permitió tomar decisiones importantes en el proceso de TD, entre ellas, la selección del área en la que se iniciaría dicho proceso, el enfoque de las acciones de sensibilización, la identificación de las áreas de atención prioritaria consideradas imprescindibles y otras relevantes para el desarrollo del proyecto.

3.2.2 Selección del área de enfoque

En concordancia con las prioridades y problemas de la institución, se optó por la gestión administrativa como punto de partida para el proceso de TD, puesto que la misma es un eje transver-

sal que impacta a toda la comunidad universitaria, influye en el proceso de enseñanza–aprendizaje y se vincula con las funciones sustantivas y adjetivas de la Universidad.

3.2.3. Sensibilización hacia la transformación digital

La primera acción estuvo enfocada hacia la sensibilización de la persona titular de la rectoría sobre la importancia y necesidad de avanzar hacia una cultura digital, así como a una reingeniería de procesos administrativos. En este momento también se propuso encaminar los esfuerzos hacia la TD de esta universidad y posicionarla en esta materia a nivel regional, nacional e internacional. Se planteó la importancia de alinear el PIDE con un proyecto de TD. En concreto, se hizo ver la necesidad de contar con un plan estratégico para la TD, que permitiera potenciar y mejorar las funciones sustantivas de la universidad.

Otra acción consistió en sensibilizar al grupo directivo, para que asumiera que la TD no se limita a la implementación de herramientas tecnológicas, sino que se estructura desde una apropiación cultural enfocada en la mejora de todos los procesos universitarios. Para ello, se organizó un evento denominado "Jornada Universidad 4.0", en el que se abordaron temas como la gobernanza de las TIC, ciberseguridad e innovación digital.

De la sensibilización se obtuvo un resultado inmediato, que representó la institucionalización del Comité de Gobernanza de las TIC, un órgano colegiado clave para la toma de decisiones en materia tecnológica, así como para la generación de políticas y lineamientos y uso de las mismas con apego a la responsabilidad social. Este órgano, de manera inmediata, dirigió acciones para generar procedimientos que permitieran la regulación de la adquisición de la tecnología, así como para definir una planificación estratégica e integral de las TIC, alineada a los objetivos institucionales, así como la normativa en torno a las buenas prácticas de la gestión, administración y uso de las TIC.

3.2.4. Consentimiento y primer avance

Derivado de lo anterior, la persona titular de la rectoría consintió en encaminar la reingeniería de los procesos administrativos. Esto llevó al área de TIC, liderada por la CIO institucional, a iniciar las acciones, mismas que comenzaron con un diagnóstico que dio pauta a plantear las primeras estrategias a seguir.

3.3. Diagnóstico

Con base en su experiencia y visión interna y externa del contexto universitario, el CIO, acompañado por el personal del área de TIC, dirigió el diagnóstico para identificar las necesidades prioritarias que son indispensables para el abordaje de la TD. Como parte de esta evaluación, se identificaron las áreas de infraestructura tecnológica -para determinar su nivel de madurez-, así como la digitalización de procesos -para identificar brechas y prioridades para la continuidad del proceso-.

3.3.1. Estado actual de la infraestructura tecnológica

A finales del año 2024 se concluyó el diagnóstico en torno a la infraestructura. Este proceso aportó datos para identificar que los centros de datos existentes mantenían un rezago importante en cuanto a las condiciones de almacenamiento y procesamiento, así como pólizas de mantenimiento y soporte sin vigencia, situaciones operacionales que derivaron en una de las causas que

detonaron eventos de desastre sucedidos en uno de los centros de datos, y, que potencialmente, pudieran sucederse en otro de ellos. Esto permitió desarrollar un primer plan de trabajo en torno a la infraestructura tecnológica que fue aprobado y se tradujo en atención prioritaria para elevar al nivel de madurez de TIC para soportar el proyecto de TD.

En este mismo momento, se abordó la estructura y topología de la red institucional. Sin embargo, en este caso, no se logró la mejora debido a la resistencia del área responsable de administrar dicha estructura.

3.3.2. Avance en la digitalización de los procesos

Es importante señalar que esta universidad cuenta con un sistema integral de información administrativa (SIIA), cuyo desarrollo tiene un antecedente histórico de 25 años. Sin embargo, no ha logrado consolidarse de manera plena, por ello, es importante reconocer que, a medida que el tiempo avanza, se requiere de una modernización de los procedimientos, lo que conlleva a un desarrollo aparentemente infinito.

El análisis de este sistema reveló que su estructura contempla tres ejes principales: recursos humanos, servicios escolares y contable financiero. Los dos primeros presentan un desarrollo y operatividad sostenible, no obstante, se determinó que es necesaria una reingeniería de los procesos para la digitalización óptima. Sin embargo, no sucede lo mismo con el sistema contable financiero, puesto que se identificó que en este resultaba necesario desarrollar módulos para su funcionamiento.

Este diagnóstico descubrió, además, la necesidad de reorganizar el área de TIC, en torno a su estructura orgánica para responder eficientemente a los nuevos desafíos.

3.4. Estrategia de tecnologías de la información

En concordancia con lo que señala Chinkes (2021), la rectoría representa el papel fundamental en la TD de la institución. Primero, para asegurarse de que la estrategia esté alineada y sea coherente con la visión institucional; segundo, para ser partícipe de la definición tecnológica que se asumirá; finalmente, para tener claridad sobre el papel innovador que en la universidad la TD representa. O bien asumir el riesgo de encontrarse en el grupo de adoptadores tempranos, tardíos o rezagados.

Es, además, indispensable que la rectoría respalde políticas en torno al presupuesto de la estrategia de TIC para que sea sostenible en el tiempo y compartida al interior de la institución, con la intención de que este organismo desarrolle las capacidades necesarias para afrontar la TD. En este sentido, se definió la estrategia descrita en los siguientes apartados.

3.4.1. Preparación tecnológica

Para configurar el entorno tecnológico con las disposiciones mínimas necesarias para implementar y sostener el proceso de TD, se tuvo como primera acción la modernización tecnológica, que consistió en la actualización de las herramientas TIC para que la universidad impulsara dicho proceso. Se obtuvo como resultado la infraestructura robusta y acorde con las necesidades actuales de la institución.

La segunda acción consistió en la reestructuración del área de TIC. En este aspecto, se reorganizó la estructura orgánica del área y como resultado se obtuvo una mayor eficiencia, claridad

en los roles y funciones, así como la creación de subáreas que respondieran a las necesidades operacionales del área.

3.4.2. Sensibilización y capacitación

De manera paralela se llevaron a cabo acciones de sensibilización a nivel directivo a través de acercamientos personales y proyección de videos previamente seleccionados por el CIO, cuyos contenidos abordaban conceptos fundamentales de la TD, así como casos de instituciones modelo que contaban con proyectos de TD consolidados. De igual forma, se organizaron talleres para el área de TIC con la finalidad de que se comprendiera el proceso de TD al interior de la universidad. En síntesis, se implementó un proceso de sensibilización y de formación, en donde se obtuvo como resultado una estructura de gobierno sensibilizada, así como personal del área de TIC con competencias y capacidades.

3.4.3. Equipo de desarrollo

Se definió como una acción imprescindible la reorganización del equipo de desarrollo de sistemas informáticos, con la finalidad de que se enfocara en la actualización del SIIA. Cabe destacar que, anteriormente, dicho equipo estaba dedicado al desarrollo de aplicaciones al margen del sistema mencionado, es decir, proyectos aislados que no se encontraban integrados en la plataforma central de este sistema. A partir de esta reorganización, todo el esfuerzo se dirigió a actualizar el módulo contable financiero mencionado con anterioridad. Durante 2024 y 2025 se lograron avances significativos en la reingeniería de los procesos administrativos, además de los vinculados a este sistema, y también se impactó en los procesos de compras, de becas, así como en algunos del área jurídica.

3.4.4. Ciberseguridad

La ciberseguridad de la información debe garantizarse para dotar de confianza al proceso de TD. En este aspecto, se identificó que la universidad carecía de medidas de protección de información, por lo que se conformó un comité de ciberseguridad que planteó diferentes metas. Una de ellas fue la creación de un centro de operaciones de seguridad (SOC, por sus siglas en inglés), así como su equipamiento. Otra fue diseñar un proyecto en torno a una academia de formación y certificación de alumnos en el tema de ciberseguridad.

3.4.5. Repositorios institucionales

La tendencia a digitalizar la información de la institución ha motivado la creación de diversos repositorios tanto en unidades académicas como administrativas, con el propósito de facilitar el acceso a dicha información. Sin embargo, estos repositorios se crearon de forma aislada, con formatos heterogéneos y alojados en ubicaciones diversas. Por este motivo, se consideró necesario homogeneizar estos almacenes de información a nivel institucional.

La reorganización de los repositorios y la gobernanza de los mismos permitieron crear un inventario de estos. Asimismo, se crearon subcomités para la generación de lineamientos para su operabilidad. De esta manera, se avanzó hacia la estructura tecnológica y homogénea de dichos repositorios

Como últimas acciones de esta primera etapa, se pretendió que se definiera un posicionamiento en torno a la TD ante la comunidad universitaria a través de la persona titular de la

rectoría, pero no logró concretarse. Sin embargo, se logró la definición de un posicionamiento de inteligencia artificial a través de un subcomité integrado para tal fin por áreas del segundo y tercer nivel.

4. REFLEXIONES DE FONDO

En este sentido, y acorde a la propuesta de Chinkes (2021), se recuperaron las principales barreras y limitaciones identificadas. Primero, se detectó la falta de madurez del órgano de gobierno universitario en materia de TD; encontramos que si dicho órgano no cuenta con la suficiente formación e información para asumir un proyecto de esta naturaleza, todas las acciones serán infructuosas. Por otro lado, la resistencia al cambio se refleja más fuertemente en las áreas que resulten "afectadas" por la gobernanza en la adquisición de herramientas tecnológicas. Finalmente, encontramos que el poder en la estructura de gobierno limitó la continuidad del proyecto.

4.1. Lecciones aprendidas

Aprendimos que la TD requiere de un liderazgo sostenido, que no basta con una visión inicial, sino que se necesita del respaldo constante del más alto nivel de gobierno. La gobernanza de las TIC es un habilitador, no representa una amenaza, aunque pudiera ser percibida de esta manera por aquellas áreas que ven comprometidos sus intereses en la adquisición de herramientas tecnológicas. De este modo sucedió en nuestra experiencia, pues al enfrentar las primeras decisiones de gobernanza que ponían en riesgo el poder de decisión de las estructuras de poder consolidadas, se accionaron mecanismos defensivos que impactaron el proyecto de TD.

Aprendimos que la apropiación cultural ofrece más resistencia que la apropiación tecnológica, que la tecnología se puede adquirir, pero que la cultura organizacional requiere de años para transformarse. El CIO debe ser un agente de cambio con respaldo institucional, ya que sin el respaldo explícito y sostenido del máximo órgano de gobierno, no podrá ser un agente transformador.

En este contexto, esta experiencia del inicio del proceso de TD presentó los siguientes hallazgos: a) contar con un perfil adecuado y ser designado como CIO ante asociaciones externas de educación, como ANUIES, fue un primer paso necesario, pero no suficiente; b) la sensibilización de la persona titular de la rectoría logró el consentimiento inicial y el arranque del proyecto de TD, pero no garantizó su continuidad; c) los diagnósticos de infraestructura y sistemas dieron pauta a identificar prioridades y avanzar en áreas específicas; d) la resistencia de áreas afectadas y la estructura de poder fueron principales barreras que truncaron el proyecto de TD.

En este sentido, la lección fundamental es que la TD en esta universidad requiere no solo tecnología y estrategia, sino gobernanza, voluntad política sostenida y un cambio cultural profundo en todos los niveles de la organización.

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROPUESTAS

Esta experiencia pretende ser un aporte significativo para comprender las dinámicas, resistencias y posibilidades de la TD en universidades públicas mexicanas. En este sentido, ponemos

de manifiesto que más que entenderlo como un caso de éxito o fracaso, es una experiencia de aprendizaje que pone en evidencia la complejidad de vincular la tecnología, gobernanza, cultura digital y poder en esta universidad o en otras.

Respondiendo la pregunta central del trabajo, respecto a los imaginarios sociotécnicos construidos en este análisis, la experiencia analizada permite identificar que el imaginario sociotécnico predominante entre los integrantes del Comité y Subcomités de Gobernanza en esta universidad se configuró en torno a dos visiones contrastantes. Primero, desde el liderazgo de la persona titular de la rectoría y el CIO, se impulsó el imaginario de un futuro digital deseable, que se basa en la modernización de la infraestructura tecnológica, la reingeniería de los procesos administrativos y la alineación con el PIDE. Este imaginario apostó por una universidad eficiente y posicionada en la región como un referente de TD.

Por otro lado, entre diversas áreas administrativas, así como mandos medios, emergió un imaginario conformado por la resistencia al cambio, asociado con la pérdida de la autonomía en cuanto a la adquisición de tecnología y a la percepción de que la gobernanza de las TIC se convertía en una amenaza a estructuras de poder. Esta tensión entre ambos imaginarios resultó determinante para el desarrollo y eventual freno del proyecto.

Por lo anterior, podemos confirmar lo señalado por autores como Chinkes (2021), Dussel y Castro (2024) y la UNESCO (2025), con respecto a que la TD no se limita a proyectos tecnológicos, puesto que es un proceso de cambio cultural profundo. Este análisis nos permite comprender que la tecnología se puede adquirir, la infraestructura modernizar, los sistemas desarrollar, pero sin una voluntad política sostenida desde el más alto nivel de gobierno, sin un trabajo continuo de sensibilización y formación de todos los actores, y sin un liderazgo que sepa navegar las resistencias, cualquier iniciativa de transformación digital está condenada a truncarse. El caso que aquí se analizó es paradójico: se contó con una persona responsable del área de tecnologías, con el respaldo inicial de la persona titular de la rectoría, con diagnósticos rigurosos y con avances en diversas áreas. Sin embargo, al enfrentar las primeras decisiones de gobernanza que afectaban estructuras de poder consolidadas, lamentablemente sucedió lo previsto: el proyecto se detuvo.

Derivado de la sistematización de la experiencia, los aprendizajes y las lecciones con mayor importancia de este proceso son que, más allá de la tecnología, la TD es un proyecto de personas; que la persona titular de la rectoría es un factor crítico de éxito o fracaso para la TD; que la TD no puede ser un proyecto aislado, sino que debe estar alineado con un proyecto institucional de desarrollo y debe contribuir directamente a la misión y visión institucional; que el rol del CIO es estratégico, que se reconoce su función y debe estar en el más alto nivel de la toma de decisiones. Con todo ello, esta universidad tiene un camino promisorio, cuenta con las condiciones institucionales, el liderazgo comprometido y el talento humano para encaminar la TD al más alto nivel en el ámbito de la educación superior mexicana.

Finalmente, es relevante señalar que no es suficiente con una declaración de intención, que es necesario un compromiso explícito, sostenido y con el respaldo presupuestal de la rectoría y del órgano de gobierno de más alto nivel universitario. Asimismo, son muy importantes para la TD, tanto la formación y comunicación continua como la renovación de las herramientas tecnológicas. Las políticas de adquisición y uso de TIC se deben negociar y

concretar con las áreas involucradas y no deben imponerse unilateralmente. Se deben elegir áreas donde el beneficio sea evidente y menor la resistencia, con el fin de construir confianza y generar casos de éxito que tiendan el camino a intervenciones más complejas. Consolidar la gobernanza es imprescindible, por ello, se debe formalizar el Comité de Gobernanza como un órgano colegiado de decisión que establezca políticas claras. También es importante fortalecer el área de TIC como área estratégica, así como comunicar resultados y beneficios a la comunidad universitaria y generar alianzas con otras instituciones y redes que compartan la innovación y la TD.

La TD invisible no genera apropiación: es necesario visibilizar los avances para mantener la motivación y el respaldo político. Concluimos que las resistencias culturales representan la principal barrera y que la TD, en cualquier universidad, no se puede lograr en periodos cortos, sino que requiere de continuidad, paciencia y estrategias a corto y a mediano plazo.

REFERENCIAS

Chinkes, E. (Coord.). (2021). *Estrategia y transformación digital de las universidades. Un enfoque para el gobierno universitario*. Fundación Universia y Academia BID. https://acortar.link/Lx4ODq

Díaz Angulo, A. (2025). Factores Críticos de Éxito de Proyectos de Transformación Digital que influyen en el Nivel de Madurez del Sector Público: Una Revisión Sistemática de Literatura. *Revista Divulgación Científica de Investigación y Emprendimiento*, *3*. https://doi.org/10.54798/ULTB6057

Dussel, I., y Castro, B. (2024). La cultura digital: Avances, silencios y desafíos de un campo en construcción. *Colección Estados del Conocimiento Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la Educación* (Ramírez, A., Escudero, A. Coordinadores), Volumen 3, pp. 378-425.

Dussel, I., Williams, F. (2023). Los imaginarios sociotécnicos de la política digital en México (2012-2022). *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, *27*(1), 39-61. https://doi.org/10.30827/profesorado.v27i1.26247

Fernández, A., Llorens, F., Juiz, C., Maciá, F., y Aparicio, J. M. (2018). *Cómo priorizar los proyectos TI estratégicos para tu universidad.* Publicaciones de la Universidad de Alicante.

Frías, L. (2024). La era digital y la tecnología seguirán definiendo el desarrollo educativo. Entrevista a Melchor Sánchez Mendiola. *Gaceta UNAM*, noviembre 18 de 2024. https://acortar.link/pkpS4c

Jara, O. (2018). *La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos posible*. Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano (CINDE). https://acortar.link/gssTuM

Jasanoff, S., y Kim, S. (2015). *Dreamscapes of Modernity. Sociotechnical imaginaries and* the fabrication of power. University of Chicago Press.

Rubio de las Alas-Pumariño, T. (Ed.). (2020). *Situación y retos de las universidades españolas ante la transformación digital* (Colección Estudios e Informes No. 8). Conferencia de Consejos Sociales de las Universidades Españolas; REDFUE. https://acortar.link/tPIKsn

Vientós Pérez, H., y Ortiz Laureano, L. J. (2009). Sistematización de experiencias: Una mirada conceptual, teórica y metodológica. *AnálisiS: Revista de la Universidad de Puerto Rico, 11*(1), 25–52. https://revistas.upr.edu/index.php/analisis/article/view/13110

UNESCO. (2025). *Poner la transformación digital en el centro de los sistemas de educación superior.* https://www.unesco.org/en/articles/putting-digital-transformation-heart-he-systems

Universidad Autónoma de Querétaro (2024). *Programa Institucional de Desarrollo 2024-2027*. https://planeacion.uaq.mx/docs/pide/PIDE_2024-2027.pdf

Capítulo 7. FreeMobi: promoviendo la resiliencia digital y el bienestar infantil mediante el aprendizaje socioemocional en educación primaria

Nahia Idoiaga Mondragon
https://orcid.org/0000-0003-0345-8570, Euskal Herriko Unibertsitatea (España)

Idoia Legorburu Fernandez
https://orcid.org/0000-0002-3971-3636, Euskal Herriko Unibertsitatea (España)

Garazi Lartundo López
https://orcid.org/0009-0008-2467-8912, Euskal Herriko Unibertsitatea (España)

Resumen: El proyecto europeo FreeMobi (CERV-2025-CHILD) tiene como objetivo prevenir y combatir el uso excesivo de dispositivos móviles entre niños y niñas de educación primaria (6-12 años) en España, Grecia, Chipre, Italia y Polonia, promoviendo al mismo tiempo su resiliencia digital y bienestar. Partiendo de un enfoque de derechos de la infancia y del marco del aprendizaje socioemocional (SEL, por sus siglas en inglés), el proyecto impulsa una aproximación de centro educativo integral (whole-school approach) que implica de manera coordinada a equipos directivos, docentes, familias y al propio alumnado. El consorcio, formado por once organizaciones de seis países europeos, desarrollará guías SEL adaptadas al entorno digital, programas de formación para docentes y familias, un currículo SEL co-creado con el alumnado, redes de cooperación comunitaria y actividades de difusión a gran escala. Este artículo presenta la fundamentación teórica del proyecto, su diseño metodológico y los resultados esperados, con especial atención al papel de la participación infantil, la perspectiva de género y la inclusión como ejes transversales. FreeMobi aspira a generar un impacto directo en 2.500 niños y niñas y más de 300 profesionales educativos, y a constituir un modelo transferible a otros contextos europeos.

Palabras clave: aprendizaje socioemocional, resiliencia digital, uso de móviles, educación primaria, bienestar infantil.

Abstract: The European project FreeMobi (CERV-2025-CHILD) aims to prevent and combat the excessive use of mobile devices among primary school children (aged 6-12) in Spain, Greece, Cyprus, Italy and Poland, while promoting their digital resilience and well-being. Drawing on a child rights approach and the Social-Emotional Learning (SEL) framework, the project advances a whole-school approach that coordinately involves school leaders, teachers, families and children themselves. The consortium, comprising eleven organisations from six European countries, will develop SEL guidelines adapted to the digital environment, training programmes for educators and parents, a SEL curriculum co-created with pupils, community cooperation networks, and large-scale awareness-raising activities. This paper presents the theoretical foundations, methodological design and expected outcomes of the project, with particular attention to child participation, gender perspective and inclusion as cross-cutting principles. FreeMobi aims to directly impact 2,500 children and over 300 education professionals, and to serve as a transferable model for other European contexts.

Keywords: social-emotional learning, digital resilience, mobile use, primary education, children's well-being.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de dispositivos móviles entre la infancia es uno de los fenómenos más significativos de la última década. Según el informe "EU Kids Online 2020" (Smahel et al., 2020), en 19 países europeos los niños y niñas de entre 9 y 16 años pasaban una media de 2 horas y 47 minutos diarios conectados a internet, siendo el teléfono inteligente el dispositivo preferido para acceder a la red. En España, el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2023) revela que el 25,6 % de los niños de 10 años ya dispone de teléfono móvil propio, mientras que más del 65 % utiliza regularmente uno, aunque no sea suyo.

Esta realidad tiene implicaciones directas sobre el bienestar de la infancia. El informe de la Unesco "Global education monitoring report, 2023: technology in education" (Unesco, 2023) señala que el uso excesivo del móvil se asocia a un rendimiento académico deficiente, menor capacidad de concentración e inestabilidad emocional, y recomienda restricciones en el uso de teléfonos inteligentes en los centros educativos. El informe de Eurochild "The rights of children in the digital environment" (Eurochild, 2022) advierte que la exposición a contextos de violencia y pornografía en línea está afectando gravemente al bienestar de la infancia, al normalizar conductas agresivas y situaciones de abuso. En Grecia, el 61 % del alumnado de primaria ha encontrado material inapropiado o violento (Greek Safer Internet Center, 2019); en Italia, el ciberacoso afecta aproximadamente al 7 % del alumnado de entre 11 y 13 años (Bozzola et al., 2022); y en Polonia, el 84 % de los niños y niñas de entre 9 y 17 años accede a plataformas en línea desde su móvil diariamente (Fundacja Empowering Children, 2023).

Frente a esta realidad, las respuestas institucionales y educativas han tendido a centrarse en la restricción del uso tecnológico, sin atender suficientemente al desarrollo de competencias que permitan a niños y niñas navegar el entorno digital de forma crítica y responsable. La Estrategia Europea para una Internet más segura para los menores (BIK+, 2022) identifica la necesidad de una educación digital más sólida, que integre la alfabetización mediática y la seguridad en línea desde edades tempranas.

En este contexto surge el proyecto FreeMobi (Preventing and combating primary school children mobile/smartphone addiction), financiado por el programa CERV-2025-CHILD de la Unión Europea. FreeMobi propone un cambio de paradigma: en lugar de centrarse en la prohibición o la restricción, apuesta por el empoderamiento de niños y niñas mediante el aprendizaje socioemocional (SEL, por sus siglas en inglés) como herramienta para construir resiliencia digital. El presente trabajo describe los fundamentos teóricos del proyecto, su diseño metodológico y los resultados que se esperan alcanzar.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. El aprendizaje socioemocional como marco para la resiliencia digital

SEL es el proceso mediante el cual niños, niñas y adultos adquieren y aplican los conocimientos, actitudes y habilidades necesarios para comprender y gestionar las emociones, establecer y alcanzar metas positivas, sentir y mostrar empatía hacia los demás, establecer y mantener relaciones positivas, y tomar decisiones responsables (CASEL, 2020). El marco CASEL (Collaborative for Academic, Social, and Emotional Learning) identifica cinco competencias nucleares:

autoconciencia, autogestión, conciencia social, habilidades relacionales y toma de decisiones responsable.

Investigaciones recientes han extendido el marco SEL al entorno digital, reconociendo que las competencias socioemocionales son igualmente relevantes en las interacciones en línea. Según Chatterjee Singh y Duraiappah (2020), los entornos digitales requieren que los estudiantes desarrollen y utilicen habilidades similares a las del entorno presencial, pero también competencias específicas del espacio digital, como la gestión de la privacidad, el pensamiento crítico ante los contenidos o la capacidad de identificar y responder al ciberacoso. Barry et al. (2017) subrayan que la manera más eficaz de desarrollar estas competencias es integrarlas en la rutina escolar cotidiana, en el marco de un enfoque de centro educativo integral que implique a toda la comunidad.

La perspectiva de centro educativo integral (*whole-school approach*) sostiene que el SEL es más efectivo cuando se implementa de manera sistemática en todos los contextos en que participan los estudiantes: el aula, el hogar y la comunidad. Oberle et al. (2016) han demostrado que este enfoque sistémico produce mejores resultados en el desarrollo de las competencias socioemocionales que los programas centrados exclusivamente en el aula. Jones y Bouffard (2012) insisten en que la coordinación entre escuelas, familias y comunidades es un factor determinante para el éxito de las iniciativas SEL.

2.2. Derechos digitales de la infancia y participación

El marco normativo internacional reconoce que los derechos de la infancia se aplican en el entorno digital en la misma medida que fuera de él. La Convención sobre los Derechos del Niño (CDN, 1989) y, en particular, su artículo 12, garantiza el derecho de los niños y niñas a expresar su opinión en todos los asuntos que les afecten. El Comité de los Derechos del Niño ha subrayado en su Observación General n.º 25 (2021) que este derecho debe hacerse efectivo también en el espacio digital.

El modelo de participación de Lundy (2007) proporciona un marco operativo para articular la participación infantil en los proyectos educativos. Este modelo identifica cuatro elementos interrelacionados: espacio (un entorno seguro e inclusivo para que niños y niñas puedan expresar sus puntos de vista), voz (apoyo e información para que puedan hacerlo), audiencia (garantía de que sus opiniones serán escuchadas) e influencia (compromiso de que sus aportaciones tendrán impacto en las decisiones). FreeMobi adopta este modelo como principio metodológico transversal.

2.3. Perspectiva de género en el uso digital infantil

El uso de la tecnología digital no es neutro desde el punto de vista del género. El informe "EU Kids Online 2020" (Smahel et al., 2020) documenta diferencias significativas entre niños y niñas en el tipo de actividades en línea, los riesgos a los que se exponen y las estrategias de afrontamiento que utilizan. En España, las niñas presentan tasas notablemente más elevadas de exposición a contenidos que promueven la autolesión y los trastornos alimentarios, así como a mensajes de odio. Los niños, por su parte, dedican más tiempo a los videojuegos y presentan mayor riesgo de adicción a este tipo de contenidos.

Estas diferencias reflejan y reproducen desigualdades de género más amplias que deben ser abordadas explícitamente en los programas educativos. Van Dijk (2020) ha señalado que las brechas digitales de género no se limitan al acceso, sino que se extienden a las formas de uso, las competencias desarrolladas y los riesgos experimentados. Incorporar la perspectiva de género en los programas de alfabetización digital es, por tanto, una condición necesaria para garantizar que estos programas contribuyan a la equidad y no a la reproducción de desigualdades. Otro estudio en España muestra que los progenitores tienden a animar más a los niños que a las niñas a explorar internet de forma autónoma, mientras que restringen en mayor medida las actividades en línea de las niñas, lo que reproduce en el hogar las mismas asimetrías que el sistema educativo debería contribuir a desmantelar (San-Martín-Roldán et al., 2024).

2.4. Mediación parental, formación docente y liderazgo educativo

La mediación parental en el uso digital de la infancia es un factor determinante para el desarrollo de hábitos saludables. Sin embargo, la investigación muestra que la mayoría de los progenitores se centra en la mediación restrictiva, es decir, en establecer límites de tiempo y contenidos, más que en la mediación activa, que implica dialogar sobre las experiencias digitales, acompañar el aprendizaje en línea y desarrollar competencias críticas. En España, el 26,2 % de los progenitores concede acceso libre y sin restricciones al móvil o la tableta a sus hijos e hijas pequeños incluso cuando están presentes (San-Martín-Roldán et al., 2024). Los progenitores polacos, por su parte, tienden a subestimar los riesgos y los incidentes dañinos, desconociendo la exposición de sus hijos e hijas a contenidos sexuales en línea (Fundacja Empowering Children, 2023). En Chipre, aproximadamente uno de cada cuatro estudiantes ha tenido discusiones serias con sus progenitores o hermanos por el tiempo de pantalla o el uso de las redes sociales (World Health Organisation, 2024).

La formación del profesorado en competencias digitales y socioemocionales presenta igualmente brechas significativas. Un estudio de la OCDE (2019) reveló que, en promedio, menos del 40 % del profesorado en la Unión Europea se sentía competente para utilizar las tecnologías digitales en su práctica docente, con diferencias notables entre países. En España, las y los docentes jóvenes de entre 30 y 40 años muestran una competencia digital significativamente superior (14,93 %) a la del grupo de 40-50 años; sin embargo, dado que muchos docentes jóvenes carecen de contrato permanente, una proporción considerable del personal estable y veterano sigue sin estar suficientemente preparado (Rojo-Ramos et al., 2020). El Plan de Digitalización de Escuelas de Italia (Piano Scuola 4.0) ha detectado que solo el 46 % de la población posee competencias digitales básicas, lo que dificulta el despliegue de una educación digital de calidad en los centros. Estos datos justifican plenamente la necesidad de programas de formación específicos, como los que FreeMobi desarrollará para equipos directivos, docentes y familias. El liderazgo educativo resulta, en este contexto, un elemento clave: los directores y directoras que adoptan un rol activo en la promoción del SEL y de la cultura digital en sus centros generan condiciones significativamente más favorables para su implementación efectiva (Johnson y Fournillier, 2023).

3. OBJETIVOS

FreeMobi persigue cinco objetivos específicos interrelacionados: 1) fortalecer las capacidades de docentes y equipos directivos de educación primaria para orientar el uso del móvil y apoyar la alfabetización digital y la resiliencia de los niños y niñas; 2) mejorar los conocimientos y habilidades de las familias para acompañar a sus hijos e hijas en el uso responsable del móvil; 3) desarrollar las competencias socioemocionales y digitales del alumnado de entre 6 y 12 años, con especial atención a la resiliencia ante la violencia en línea, el ciberacoso y la discriminación de género; 4) implicar al alumnado en el diseño de estrategias y herramientas para promover hábitos digitales saludables; y 5) fomentar la cooperación entre los centros educativos y su comunidad para construir entornos de apoyo sostenibles.

4. MÉTODO

4.1. Diseño del proyecto

FreeMobi adopta un diseño secuencial y participativo, articulado en cinco paquetes de trabajo (WP) que se implementan a lo largo de 24 meses en los cinco países participantes. El diseño garantiza que cada fase se construye sobre los resultados de la anterior, asegurando la coherencia metodológica y la adecuación a las necesidades reales de los grupos destinatarios.

El WP1 cubre la gestión y evaluación del proyecto, incluyendo el desarrollo de un Plan de Aseguramiento de la Calidad y un Plan de Diversidad, Inclusión y Transversalización. El WP2 comprende el análisis de necesidades mediante talleres participativos con niños y niñas y grupos de discusión con docentes y familias, así como el mapeo de regulaciones digitales en el ámbito escolar. Los resultados de esta fase alimentan el WP3, dedicado al desarrollo e implementación de programas de formación para equipos directivos, docentes y familias. El WP4 abarca la co-creación e implementación del currículo SEL con el alumnado de los centros piloto, en cooperación con las redes comunitarias establecidas. El WP5 gestiona las actividades de difusión y sensibilización a lo largo de todo el proyecto.

4.2. Participantes

El proyecto trabaja con cinco grupos de destinatarios diferenciados. En primer lugar, al menos 60 equipos directivos de educación primaria (12 por país), que participarán en el programa de formación de formadores (ToT). En segundo lugar, al menos 150 docentes (30 por país), que recibirán formación sobre el uso del SEL en el entorno digital. En tercer lugar, al menos 150 familias (30 por país), que participarán en el programa de sensibilización conjunto con docentes. En cuarto lugar, entre 2.000 y 2.500 niños y niñas de entre 6 y 12 años (aproximadamente 500 por país), que implementarán el currículo SEL en sus centros. Finalmente, al menos 70 agentes comunitarios (14 por país) participarán en las redes de cooperación local. En todos los casos, se busca una participación equilibrada por sexo y la inclusión de personas de grupos en situación de vulnerabilidad o riesgo de exclusión.

4.3. Instrumentos y procedimiento

El análisis de necesidades (WP2) se realiza mediante talleres participativos con niños y niñas (15-20 por país), en los que se utilizan técnicas creativas como la narración de historias, el juego

de roles, el dibujo y el mapeo corporal. Estas técnicas permiten a los participantes reflexionar sobre los beneficios y riesgos del uso del móvil, e identificar las competencias que necesitan desarrollar. Paralelamente, se llevan a cabo grupos de discusión con docentes, equipos directivos y familias (8-10 participantes por grupo, dos grupos por país) para identificar sus carencias de competencias en el acompañamiento del uso digital infantil.

El programa de formación (WP3) tiene una duración de seis horas para equipos directivos y doce horas para docentes y familias. Adopta un enfoque de aprendizaje mixto que combina sesiones presenciales e interactivas con módulos digitales alojados en la plataforma de formación en línea de la UPV/EHU. Los contenidos incluyen el marco CASEL y el enfoque de centro educativo integral, las competencias SEL en el entorno digital, los derechos digitales de la infancia, la perspectiva de género y las estrategias de mediación parental.

El currículo SEL (WP4) se co-crea con el alumnado de los diez centros piloto (dos por país) a través de consejos de estudiantes y grupos de trabajo, bajo la coordinación de los docentes formados en el WP3. El currículo incluye recursos digitales interactivos, libros ilustrados, juegos y actividades de juego de roles orientados al desarrollo de competencias como la empatía y la resolución de conflictos, la autoconciencia y la autogestión en el entorno digital, el pensamiento crítico ante los contenidos, la toma de decisiones responsable y el respeto e inclusión digital. El currículo se implementa durante cinco meses y es evaluado mediante cuestionarios pre y post, grupos de discusión y observación participante.

5. RESULTADOS ESPERADOS

A corto plazo, FreeMobi espera mejorar los conocimientos y habilidades de al menos 300 profesionales educativos y familias en el acompañamiento del uso digital infantil mediante el SEL, y desarrollar las competencias socioemocionales y digitales de entre 2.000 y 2.500 niños y niñas. A medio plazo, se espera que los centros piloto implementen enfoques SEL de forma sostenida, y que las redes de cooperación comunitaria establecidas continúen activas más allá del período de financiación. A largo plazo, el proyecto aspira a contribuir a la reducción del uso problemático del móvil en la infancia, al aumento de la tasa de niños y niñas con hábitos digitales saludables, y a la disminución del impacto negativo del entorno digital sobre el bienestar emocional y psicológico de la infancia.

Entre los indicadores cualitativos previstos cabe destacar que al menos el 75 % de los profesionales formados estará muy satisfecho con el programa; el 70 % de los docentes formados aplicará las competencias adquiridas en su práctica profesional durante la implementación del currículo; el 70 % del alumnado de los centros piloto reportará un uso menos intensivo del móvil; y el 80 % del alumnado afirmará sentirse capaz de pensar críticamente ante los contenidos en línea y de evitar la desinformación.

Desde el punto de vista de la innovación, FreeMobi introduce tres contribuciones originales al campo: la adaptación del marco SEL al entorno digital para niños y niñas de educación primaria (un grupo de edad hasta ahora escasamente atendido en este tipo de intervenciones, que han tendido a centrarse en adolescentes mayores de 12 años); la integración de la interseccionalidad y la perspectiva de género en los programas de formación y en el currículo SEL; y la promoción de la participación activa de niños y niñas en el diseño de las herramientas que les afectan, conforme al modelo de Lundy (2007).

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

FreeMobi responde a una necesidad ampliamente documentada en la literatura científica y en los informes de política educativa europeos. Los datos sobre el uso problemático del móvil en la infancia y sobre las carencias de formación de docentes y familias para acompañar a los niños y niñas en el entorno digital justifican una intervención integral, que vaya más allá de la mera restricción tecnológica y aborde el desarrollo de competencias socioemocionales como condición para una ciudadanía digital crítica y responsable.

La apuesta por el SEL como marco metodológico se fundamenta en una sólida evidencia empírica. Durlak et al. (2011) analizaron los resultados de 213 programas SEL en contextos escolares y concluyeron que los estudiantes que participan en este tipo de programas mejoran significativamente sus habilidades socioemocionales, sus actitudes hacia sí mismos y hacia los demás, sus conductas prosociales y su rendimiento académico, y reducen sus problemas de conducta y sus niveles de angustia emocional. La extensión de este marco al entorno digital, tal como propone FreeMobi, constituye un paso lógico y necesario en un contexto en que la vida digital de niños y niñas es inseparable de su vida social y emocional.

La participación activa del alumnado en el diseño del currículo SEL es, asimismo, una condición para su eficacia. La investigación sobre participación infantil en el diseño de intervenciones educativas muestra que los programas co-creados con los propios destinatarios son más pertinentes, más aceptados y más efectivos (Lundy, 2007). Al involucrar a niños y niñas como agentes del proceso, FreeMobi no solo garantiza la adecuación del currículo a sus necesidades reales, sino que contribuye a su empoderamiento como ciudadanos y ciudadanas digitales con voz propia.

La perspectiva del centro educativo integral, que coordina la acción de docentes, familias y comunidad, es igualmente determinante. Jones y Bouffard (2012) han demostrado que los programas SEL que se limitan al aula tienen un impacto menor que los que extienden sus mensajes y prácticas al conjunto del entorno social de los estudiantes. FreeMobi hace de esta coherencia ecológica un principio estructurador, estableciendo redes de cooperación comunitaria que dan continuidad a los aprendizajes más allá del espacio escolar.

En conclusión, FreeMobi representa un modelo de intervención innovador, participativo y con vocación de transferibilidad que puede contribuir a mejorar el bienestar digital de la infancia en Europa. La combinación del marco SEL con el enfoque de derechos de la infancia, la perspectiva de género y el modelo de participación de Lundy ofrece una respuesta integral y fundamentada a uno de los desafíos educativos más urgentes de nuestro tiempo. Los resultados del proyecto, que se esperan para 2027, aportarán evidencia empírica sobre la eficacia de este enfoque y orientarán el diseño de políticas educativas más inclusivas y centradas en el bienestar de la infancia.

AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Este trabajo forma parte del proyecto FreeMobi, financiado por el programa de la Unión Europea para los Ciudadanos, la Igualdad, los Derechos y los Valores (CERV-2025-CHILD). Las opiniones expresadas pertenecen exclusivamente a los autores y no reflejan necesariamente las de la Comisión Europea.

REFERENCIAS

Barry, M. M., Clarke, A. M., y Dowling, K. (2017). Promoting social and emotional wellbeing in schools. *Health Education, 117*(5), 434-451. https://doi.org/10.1108/HE-11-2016-0057

CASEL. (2020). *CASEL's SEL framework: What are the core competence areas and where are they promoted?* Collaborative for Academic, Social, and Emotional Learning. https://casel.org/casel-sel-framework-11-2020/

Chatterjee Singh, N., y Duraiappah, A. K. (Eds.). (2020). *Rethinking learning: A review of social and emotional learning frameworks for education systems*. UNESCO MGIEP.

Comité de los Derechos del Niño. (2021). *Observación General n.º 25 sobre los derechos de los niños en relación con el entorno digital (CRC/C/GC/25)*. Naciones Unidas.

Durlak, J. A., Weissberg, R. P., Dymnicki, A. B., Taylor, R. D., y Schellinger, K. B. (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning: A meta-analysis of school-based universal interventions. *Child Development, 82*(1), 405-432. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01564.x

Eurochild. (2022). *The rights of children in the digital environment.* Eurochild. https://eurochild.org

Bozzola, E., Spina, G., Agostiniani, R., Barni, S., Russo, R., Scarpato, E., Di Mauro, A., Di Stefano, A. V., Caruso, C., Corsello, G., y Staiano, A. (2022). The use of social media in children and adolescents: Scoping review on the potential risks. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(16), 9960. https://doi.org/10.3390/ijerph19169960

Comisión Europea. (2022). *Estrategia europea para una internet mejor para los niños - BIK+.* Comisión Europea. https://digital-strategy.ec.europa.eu/es/policies/strategy-better-internet-kids

Fundacja Empowering Children. (2023). *Baby online 2.0: Mobile device use by children aged 4-6 years and selected cognitive functions*. Maria Grzegorzewska Academy of Special Education.

Greek Safer Internet Center. (2019). *Research on 14,000 students about online habits.* Greek Safer Internet Center.

Johnson, N. N., y Fournillier, J. B. (2023). Intersectionality and leadership in context: Examining the intricate paths of four black women in educational leadership in the United States. *International Journal of Leadership in Education, 26*(2), 296-317. https://doi.org/10.1080/13603124.2020.1759487

OCDE. (2019). *TALIS 2018 results (Volume I): Teachers and school leaders as lifelong learners*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/1d0bc92a-en

Rojo-Ramos, J., Carlos-Vivas, J., Manzano-Redondo, F., Fernández-Sánchez, M. R., Rodilla-Rojo, J., García-Gordillo, M. Á., y Adsuar, J. C. (2020). Study of the digital teaching competence of physical education teachers in primary schools in one region of Spain. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(23), 8822. https://doi.org/10.3390/ijerph17238822

San-Martín-Roldán, D., González-Marrón, A., de-Paz-Cantos, S., Lidón-Moyano, C., Díez-Izquierdo, A., y Martínez-Sánchez, J. M. (2024). Parental norms and perceptions regarding

use of mobile devices by children under five years. *Revista Latino-americana de Enfermagem, 32*, e4362. https://doi.org/10.1590/1518-8345.7137.4362

World Health Organisation. (2024). *Health behaviour in school-aged children (HBSC) study: International report from the 2021/2022 survey*. WHO Regional Office for Europe.

Instituto Nacional de Estadística. (2023). *Encuesta sobre equipamiento y uso de tecnologías de información y comunicación en los hogares*. INE.

Jones, S. M., y Bouffard, S. M. (2012). Social and emotional learning in schools: From programs to strategies. *Social Policy Report, 26*(4), 3-22. https://doi.org/10.1002/j.2379-3988.2012.tb00073.x

Lundy, L. (2007). 'Voice' is not enough: Conceptualising Article 12 of the United Nations Convention on the Rights of the Child. *British Educational Research Journal, 33*(6), 927-942. https://doi.org/10.1080/01411920701657033

Oberle, E., Domitrovich, C. E., Meyers, D. C., y Weissberg, R. P. (2016). Establishing systemic social and emotional learning approaches in schools: A framework for schoolwide implementation. *Cambridge Journal of Education, 46*(3), 277-297. https://doi.org/10.1080/0305764X.2015.1052980

Smahel, D., Machackova, H., Mascheroni, G., Dedkova, L., Staksrud, E., Ólafsson, K., Livingstone, S., y Hasebrink, U. (2020). *EU Kids Online 2020: Survey results from 19 countries*. EU Kids Online. https://doi.org/10.21953/lse.47fdeqj01ofo

UNESCO. (2023). *Global education monitoring report 2023: Technology in education — A tool on whose terms?* UNESCO. https://doi.org/10.54676/UZQV8501

Van Dijk, J. (2020). *The digital divide*. Polity Press.

Verdoodt, V., Lievens, E., O'Neill, B., y Dopona, V. (2025). *First evaluation of the European strategy for a better internet for kids (BIK+): A summary of consultations with children, young people, and expert stakeholders.* European Schoolnet.

Capítulo 8. Uso problemático de las redes sociales en adolescentes y su relación con la ansiedad social: análisis diferencial por sexo

María Carmen Jiménez-Real
Universidad de Alicante (España)

David Aparisi
https://orcid.org/0000-0001-5970-2419, Universidad de Alicante (España)

Dominica Ortega
Universidad de Alicante (España)

Beatriz Delgado
https://orcid.org/0000-0003-1174-0314, Universidad de Alicante (España)

Resumen: Este estudio tuvo por objetivo analizar la relación entre el uso problemático de las redes sociales (UPRS) y la ansiedad social en una muestra de 1164 estudiantes (51.9% chicas) de Educación Secundaria y primero de Bachillerato. Los resultados de diferencias de sexo mostraron que las chicas, en comparación con los chicos, presentan mayores niveles de UPRS y de ansiedad social, como miedo a la evaluación negativa, malestar en situaciones sociales nuevas y malestar en situaciones sociales en general, lo que sugiere una mayor vulnerabilidad emocional en ellas. Los análisis de correlación indican asociaciones positivas y significativas entre el UPRS y todas las dimensiones de ansiedad social ($r < .30$). Estos patrones se mantienen tanto en chicos como en chicas, aunque ligeramente más altos en chicos para el UPRS. Finalmente, los análisis de regresión logística muestran que todas las variables de ansiedad social predicen significativamente el UPRS, indicando que mayores niveles de ansiedad social aumentan la probabilidad de uso problemático. Los modelos explican entre el 15% y el 25% de la varianza y alcanzan cerca del 70% de casos correctamente clasificados. Al analizar por sexo, estos hallazgos se replican en ambos grupos, confirmando la relación. Los resultados son discutidos teniendo en cuenta la necesidad de identificar y prevenir la ansiedad social para minimizar el impacto el UPRS en los adolescentes.

Palabras clave: uso problemático de las redes sociales, ansiedad social, adolescencia, perspectiva de género, salud mental.

Abstract: The aim of this study was to analyze the relationship between problematic social media use (PSMU) and social anxiety in a sample of 1,164 students (51.9% female) in compulsory secondary education and the first year of upper secondary school. The results regarding gender differences showed that females, compared to males, exhibit higher levels of PSMU and social anxiety, such as fear of negative evaluation, discomfort in new social situations, and discomfort in social situations in general, suggesting greater emotional vulnerability in females. Correlation analyses indicate positive and significant associations between PSMU and all dimensions of social anxiety ($rho < .30$). These patterns hold true for both men and women, although they are slightly higher in men for PSMU. Finally, logistic regression analyses show that all social anxiety variables significantly predict PSMU, indicating that higher levels of social anxiety increase the likelihood of problematic use. The models explain between 15% and 25%

of the variance and achieve nearly 70% of correctly classified cases. When analyzed by sex, these findings are replicated in both groups, confirming the relationship. The results are discussed with regard to the need to identify and prevent social anxiety to minimize the impact of problematic social media use on adolescents.

Keywords: problematic social media use, social anxiety, adolescence, gender perspective, mental health.

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, las redes sociales se han consolidado como un componente esencial en la vida cotidiana, especialmente en la población adolescente. Estas plataformas forman parte de sus rutinas diarias y, además, se constituyen como eje central en sus interacciones sociales, exploración de su identidad personal y construcción de sus relaciones (Avci et al., 2024). Las formas de comunicación e interacción social en los adolescentes se han modificado debido a la transformación digital, reconfigurando los procesos de socialización tradicionales a dinámicas digitales caracterizadas por la conectividad constante, la exposición social continua y la inmediatez (Nesi et al., 2020).

1.1. Uso problemático de las redes sociales en la adolescencia

Desde una perspectiva psicosocial, las redes sociales se desenvuelven como entornos multifuncionales que permiten mantener vínculos interpersonales, acceder a información, buscar entretenimiento, compartir experiencias y expresar emociones (Nagata et al., 2025). Específicamente, durante la adolescencia adquieren un papel particularmente notable, una etapa que se caracteriza por profundos cambios emocionales, psicológicos, cognitivos y sociales, donde la aprobación de los iguales y la necesidad de pertenencia adquiere una importancia de gran relevancia (Ciacchini et al., 2023). En este contexto, las redes sociales proporcionan beneficios y oportunidades relevantes, como el apoyo entre iguales, el acceso a comunidades de interés, la exploración de la identidad, el aprendizaje y la validación socia, sin embargo, también amplifican vulnerabilidades y supone un riesgo cuando su uso se intensifica de forma desadaptativa afectando al desarrollo en la adolescencia (Orben et al., 2024). Entre los mecanismos psicológicos que favorecen este uso destaca el Fear of Missing Out (FoMO), definido como la preocupación persistente por perderse experiencias gratificantes que otros podrían estar viviendo (Nesbit y Lole, 2025). Este fenómeno impulsa una necesidad constante de conexión y vigilancia social, promoviendo comportamientos compulsivos dirigidos a mantener, mejorar o supervisar relaciones sociales. Investigaciones actuales muestran que el 96% de los adolescentes entre 13 y 17 años utiliza internet diariamente (Faverio et al., 2024), y en informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024) se señala que existe un incremento significativo en los patrones de uso intensivo, estimando que uno de cada diez adolescentes presentan dificultades para controlar su uso de redes sociales. Este incremento de uso tan significativo responde, en parte, a que las redes sociales permiten generar y fortalecer relaciones sociales (Kemp, 2025),

especialmente en la adolescencia con un perfil evolutivamente sensible a la interacción social y a la construcción de la identidad (Sirin et al., 2024). Como consecuencia, surge el concepto de Uso Problemático de las Redes Sociales (UPRS), que se caracteriza por la pérdida de control, el miedo persistente a la evaluación negativa, la priorización de la actividad online evitando las situaciones sociales y el mantenimiento del comportamiento pese a las consecuencias negativas que pueda ofrecer en el bienestar psicológico, académico y social (Lahti et al., 2024). EL UPRS comparte características con otras adicciones comportamentales y además puede funcionar como una estrategia de compensación ante la vulnerabilidad emocional y/o social, como la ansiedad social (Xiao et al., 2023).

1.2. Uso problemático de las redes sociales y ansiedad social

De entre las variables psicológicas más estrechamente asociadas al UPRS se encuentra la ansiedad social. La relación entre ambas variables es bidireccional ya que por un lado, la ansiedad social puede predisponer a un mayor UPRS y, por otro lado, el uso excesivo puede intensificar síntomas ansiosos preexistentes (Stavropoulos et al., 2017). Diversos estudios recientes sugieren que los adolescentes con altos niveles de ansiedad social encuentran en las redes sociales un entorno percibido como más seguro y controlable que la interacción cara a cara (Guisot et al., 2026). La comunicación mediada digitalmente reduce la presión de la respuesta inmediata, permite gestionar cuidadosamente la autopresentación y minimiza el riesgo percibido de rechazo (Xiao et al., 2023). Por tanto, las plataformas sociales pueden funcionar como estrategias de evitación, reforzando patrones de dependencia digital. Y pese a que inicialmente las redes sociales pueden reducir la incomodidad social su uso intensivo agrava la ansiedad social ya que resultan estrechamente relacionadas con la validación social externa, la dependencia afectiva y la insatisfacción emocional (Worsley et al., 2021).

1.3. Uso problemático de las redes sociales, ansiedad social y diferencias de género

El UPRS no afecta de manera homogénea a los adolescentes, existiendo diferencias según género, edad y contexto sociocultural (Li et al., 2023). Las redes sociales reproducen y amplifican estereotipos de género, promoviendo modelos idealizados de apariencia y comportamiento, especialmente en relación con la belleza, la delgadez y la sexualización temprana en adolescentes (Arreguín, 2025). Las diferencias de género en el UPRS no solo se reflejan en la frecuencia de uso, sino también en las motivaciones y funciones psicosociales asociadas. Las chicas suelen utilizar las redes sociales para mantener vínculos afectivos, expresar emociones, autopresentarse y buscar validación, aumentando su sensibilidad a la comparación interpersonal y a la aprobación externa. Los chicos, en cambio, muestran patrones más vinculados al entretenimiento competitivo, la expansión de contactos, el estatus y el reconocimiento digital (Manago et al., 2023). Aunque las adolescentes presentan mayor exposición a riesgos relacionados con la presión social, la imagen corporal y la validación relacional (Orben et al., 2024), los varones también pueden desarrollar patrones problemáticos asociados a autoestima, búsqueda de estatus y reconocimiento social. En conjunto, ambos géneros presentan vulnerabilidades relevantes,

aunque mediante mecanismos psicosociales distintos (Stănculescu y Griffiths, 2022). Además, la construcción de la identidad adolescente se desarrolla cada vez más en entornos digitales, donde las redes sociales no solo reflejan normas de género, sino que también contribuyen a su consolidación y transformación (Sirin et al., 2024). Por ello, el género debe entenderse como un factor estructural que modula las experiencias digitales y los mecanismos psicológicos implicados en el UPRS. En relación con la ansiedad social, diversos estudios muestran diferencias de género consistentes durante la adolescencia (Christiansen, 2015). Ohannessian et al. (2017), en un estudio longitudinal en Estados Unidos, observaron que la ansiedad generalizada y social aumentaba en las adolescentes desde la adolescencia media hasta la tardía, mientras que los chicos mantenían patrones estables. Duchesne y Ratelle (2016), en Canadá, encontraron un aumento progresivo de las disparidades de género en ansiedad entre estudiantes de 11 a 16 años. Asimismo, Faravelli et al. (2013) señalaron que la prevalencia de los trastornos de ansiedad a lo largo de la vida es aproximadamente el doble en mujeres. En España, Gómez-Baya et al. (2022) también identificaron mayores niveles de ansiedad en la muestra femenina (tanto a nivel de síntomas como a nivel clínico).

1.4. El presente estudio

Existe evidencia de un aumento significativo en el uso de las redes sociales que señala que se han convertido en una parte fundamental de la vida cotidiana de los adolescentes y en el principal medio de comunicación e interacción social (Valencia-Ortiz et al., 2023). El uso de estas plataformas puede generar dinámicas de dependencia y falta de autocontrol, lo que conduce al uso problemático de las redes sociales, especialmente en las características de la etapa de desarrollo de los adolescentes, en la que la construcción de la identidad y el autoconcepto son fundamentales (Martín-Cárdaba et al., 2024). Sin embargo, existe una falta de investigación que analice específicamente la relación entre el UPRS y las diferentes dimensiones de la ansiedad social teniendo en cuenta el sexo de los adolescentes. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue estudiar la relación entre el UPRS y la ansiedad social en una muestra de adolescentes teniendo según el sexo. Partiendo de este objetivo, se plantearon las siguientes hipótesis: se esperaba que las chicas obtuvieran puntuaciones más altas en UPRS y en las diferentes subescalas de la ansiedad social (Hipótesis 1); se esperaba hallar una relación positiva y significativa entre el UPRS y las diferentes subescalas de la ansiedad social (Hipótesis 2); se esperaba encontrar diferencias de género en la relación entre el UPRS y las diferentes subescalas de la ansiedad social, siendo estos valores de correlación más altos entre las chicas (Hipótesis 3); y por último, se esperaba que las diferentes subescalas de la ansiedad social fueran predictores significativos del UPRS, tanto en chicos como en chicas (Hipótesis 4).

2. MÉTODO

2.1. Participantes

La población de referencia estuvo formada por alumnos de Educación Secundaria de la provincia de Alicante (España). La muestra inicial estaba compuesta por 1210 alumnos, desde primer

curso de Educación Secundaria hasta primer curso de Bachillerato, seleccionados aleatoriamente de seis centros de secundaria —concretamente, cinco públicos y uno privado—, con unos 200 alumnos por centro. De este total, se excluyeron 46 (3.8%) debido a omisiones o errores en sus respuestas. Así, la muestra final estuvo compuesta por 1164 alumnos (599 mujeres (52%) y 565 hombres (48%)) con edades comprendidas entre los 12 y los 18 años (M = 14.56; SD = 1.4), de los cuales 130 (11.2%) tenían entre 12 y 13 años; 301 (25.9 %) de 13 a 14 años; 333 (28.6%) de 14 a 15 años; 250 (21.5%) de 15 a 16 años, y 150 (12.9 %) de 16 a 18 años. La aplicación de la prueba de Chi-cuadrado de homogeneidad de la distribución de frecuencias reveló que no existían diferencias estadísticamente significativas entre los diez grupos de género x edad (χ^2 = 9.7; p = .28).

2.2. Instrumentos

El uso problemático de las redes sociales (UPRS) se evaluó mediante el Cuestionario sobre el uso problemático de las redes sociales (Delgado et al., 2023), que consta de 13 ítems que miden la intensidad del uso de las redes sociales. Los encuestados respondieron utilizando una escala de Likert con cinco opciones de respuesta (1 = nunca; 5 = siempre) (p. ej., «¿Piensas con antelación cuándo podrás conectarte a las redes sociales?» o «¿El tiempo que pasas en las redes sociales ha afectado a tu rendimiento (notas) o a tu motivación para estudiar?»). El cuestionario permite identificar la frecuencia de los principales comportamientos asociados al uso problemático de las redes sociales, como la dependencia, la interferencia en las actividades diarias, el malestar y la falta de control. El índice de fiabilidad de la prueba en este estudio fue adecuado (α = .86). Varios estudios han concluido que entre el 25% y el 30% de los adolescentes que utilizan las redes sociales de forma problemática afirman que dedican mucho tiempo a pensar en las aplicaciones de redes sociales y que las utilizan con mucha frecuencia para olvidarse de sus problemas (Nagata et al., 2025).

La ansiedad social se evaluó mediante la Escala de Ansiedad Social para Adolescentes (SAS-A; La Greca y López, 1998), un instrumento de autoinforme que evalúa los miedos, las preocupaciones y las conductas de evitación en situaciones sociales en adolescentes. Consta de 18 ítems que miden la ansiedad social y 4 ítems de relleno. La SAS-A incluye tres subescalas: el Miedo a la Evaluación Negativa (FNE) consta de 8 ítems que evalúan los miedos, las preocupaciones o las inquietudes relacionadas con las evaluaciones negativas de los compañeros (p. ej., «Me preocupa lo que los demás digan de mí»); La subescala de Evitación Social y Angustia en Situaciones Nuevas (SAD-N) consta de 6 ítems que evalúan la evitación social y la angustia en situaciones sociales nuevas o con compañeros desconocidos (p. ej., «Me pongo nervioso cuando hablo con compañeros que no conozco muy bien»); y la Evitación Social y Angustia General (SAD-G) consta de 4 ítems que evalúan la inhibición social general, la angustia y el malestar (p. ej., «Me quedo callado cuando estoy con un grupo de personas»). Los ítems de cada subescala se suman de tal manera que las puntuaciones más altas reflejan una mayor ansiedad social. Los índices de fiabilidad (α) fueron adecuados para las subescalas FNE (.93), SAD-N (.88) y SAD-G (.81), así como para la puntuación global del SAS-A (.93).

2.3. Procedimiento

Tras obtener la autorización para la colaboración por parte de los departamentos de dirección y orientación de los centros educativos, así como el consentimiento informado de las familias de los alumnos participantes, los alumnos respondieron a los cuestionarios de forma colectiva y anónima en la sala de informática mediante un formulario en línea. Los investigadores estuvieron presentes durante la realización de las pruebas para aclarar cualquier duda y verificar que los alumnos completaran los cuestionarios de forma independiente y voluntaria. El tiempo medio de respuesta de las pruebas fue de 20 minutos. El estudio, incluidos los métodos de consentimiento utilizados, recibió la aprobación del Comité de Ética en Investigación (UA-2023-02-07). Además, se respetaron todas las normas relativas a la investigación con sujetos humanos, de conformidad con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki. Todos los datos se trataron digitalmente de forma confidencial, respetando la protección de datos.

2.4. Análisis estadísticos

En primer lugar, la muestra se agrupó según las puntuaciones de UPRS en: (1) uso problemático bajo (puntuaciones iguales o inferiores al percentil 25), (2) uso problemático medio y (3) uso problemático alto (puntuaciones iguales o superiores al percentil 75). En segundo lugar, para analizar las diferencias en UPRS y las subescalas de la ansiedad social entre hombres y mujeres, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), una vez calculada la normalidad de las puntuaciones y la homogeneidad de las varianzas mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Además, se calculó el tamaño del efecto utilizando el índice *d* de Cohen (Cohen, 1988). En cuanto a la interpretación del tamaño del efecto, los valores menores o iguales a .20 indican un tamaño del efecto muy pequeño o insignificante, los comprendidos entre .20 y .49 se consideran pequeños, los comprendidos entre .50 y .79 son moderados, y los superiores a .80 se consideran grandes. Además, se calcularon las correlaciones de Spearman para medir la relación estadística entre las diferentes variables del estudio. Se trata de una prueba no paramétrica que permite medir la relación entre dos variables cuando no se cumple el supuesto de normalidad en la distribución de dichos valores. En cuanto a la interpretación del coeficiente de correlación, los valores cercanos a 1 indican una correlación fuerte y positiva, los valores cercanos a -1 indican una correlación fuerte y negativa, y los valores cercanos a cero indican que no hay correlación o que esta es muy débil (Spearman, 1904). Concretamente, los valores de correlación $|r| < 0.3$ indican una relación débil o insignificante, $|r|$ entre 0.3 y 0.7 una relación moderada, $|r| > 0.7$ una relación fuerte y $|r| \geq 0.9$ una relación muy fuerte.

Por último, para evaluar la capacidad predictiva de la ansiedad social sobre el UPRS se realizó un análisis de regresión logística ascendente por pasos basado en el método de Wald. Para estimar el ajuste de cada modelo, se calculó el porcentaje de casos emparejados correctamente, así como el R^2 de Nagelkerke. La probabilidad de que se produjera un evento se cuantificó utilizando la razón de posibilidades (*OR*). Así, los valores de *OR* superiores a 1 establecen que la probabilidad de que se produzca un evento (p. ej., PSMU) es mayor que la de que no se produzca, y los valores de 0 a .99 indican que la posibilidad de que se produzca un evento es menor que la probabilidad de que no se produzca. Se utilizó el programa estadístico SPSS 23.0 (IBM Corporation) para los análisis.

3. RESULTADOS

3.1. Diferencias en UPRS y la ansiedad social entre los estudiantes según el sexo

Como se muestra en la Tabla 1, las chicas obtuvieron puntuaciones significativamente más altas que los chicos en UPRS ($p < .05$), aunque estas diferencias fueron de pequeña magnitud (d=-.26). En cuanto a la ansiedad social, también las chicas obtuvieron puntuaciones significativamente más altas en las tres subescalas: Miedo a la Evaluación Negativa (FNE), Evitación Social y Angustia en Situaciones Nuevas (SAD-N) y Evitación Social y Angustia General (SAD-G), siendo estas diferencias de magnitud moderada (d=-.63, d=-.49 y d=-.41) respectivamente.

Tabla 1. Diferencias en UPRS y las subescalas de la ansiedad social según el sexo

	Chicos		Chicas		Significación		
	M	*SD*	*M*	*SD*	*t*	*p*	*d*
UPRS	22.38	7.38	24.42	8.39	-4.19	.00	-0.26
AS-FNE	15.43	7.86	20.53	8.35	-6.86	.00	-0.63
AS-SADN	12.20	5.04	14.85	5.81	-5.33	.00	-0.49
AS-SADG	6.50	3.05	7.85	3.53	-4.47	.00	-0.41

Nota. UPRS=Uso Problemático de las Redes Sociales; AS-FNE=Ansiedad Social-Miedo a la Evaluación Negativa; AS-SADN=Ansiedad Social-Evitación Social y Angustia en Situaciones Nuevas; AS-SADG=Ansiedad Social-Evitación Social y Angustia General.

Los análisis de correlación mostraron, en la muestra total, una relación positiva y significativa ($p < .01$) entre el UPRS y las tres subescalas de la ansiedad social evaluadas (Tabla 2).

Tabla 2. Correlaciones entre el UPRS y las subescalas de la ansiedad social en la muestra total

Muestra total	UPRS	AS-FNE	AS-SADN	AS-SADG
UPRS	-			
AS-FNE	.39**	-		
AS-SADN	.32**	.70**	-	
AS-SADG	.31**	.69**	.71**	-

Nota. **La correlación es significativa al nivel de .01 (bilateral), *La correlación es significativa al nivel de .05 (bilateral). UPRS=Uso Problemático de las Redes Sociales; AS-FNE=Ansiedad Social-Miedo a la Evaluación Negativa; AS-SADN=Ansiedad Social-Evitación Social y Angustia en Situaciones Nuevas; AS-SADG=Ansiedad Social-Evitación Social y Angustia General.

Del mismo modo, también se observaron correlaciones positivas y significativas ($p < .01$) entre el UPRS y las tres subescalas de la ansiedad social, tanto en chicos como en chicas. Con-

viene señalar que, en el grupo de los chicos, la correlación entre el UPRS y la escala de Miedo a la Evaluación Negativa resultó más alta que en el grupo de las chicas (Tabla 3).

Tabla 3. Correlaciones entre el UPRS y las subescalas de la ansiedad social según el sexo

Chicos / Chicas	UPRS	AS-FNE	AS-SADN	AS-SADG
UPRS	-	.37**	.31**	.27**
AS-FNE	.40**	-	.66**	.65**
AS-SADN	.30**	.68**	-	.73**
AS-SADG	.29**	.67**	.66**	-

Nota. **La correlación es significativa al nivel de .01 (bilateral), *La correlación es significativa al nivel de .05 (bilateral). UPRS=Uso Problemático de las Redes Sociales; AS-FNE=Ansiedad Social-Miedo a la Evaluación Negativa; AS-SADN=Ansiedad Social-Evitación Social y Angustia en Situaciones Nuevas; AS-SADG=Ansiedad Social-Evitación Social y Angustia General.

3.2. Predicción del UPRS a partir de la ansiedad social según el sexo

Los análisis de regresión logística permitieron crear tres modelos predictivos del UPRS basados en las tres subescalas de la ansiedad social, tanto en la muestra total como en chicos y chicas (Tabla 4). En la muestra total, los modelos clasificaron correctamente el 70% ($\chi^2 = 49.06$; $p <$ .00), el 71% ($\chi^2 = 38.66$; $p < .00$) y el 67.5% ($\chi^2 = 27.99$; $p < .00$) de los casos y con un valor de ajuste del modelo (R^2 de Nagelkerke) de .25, .20 y .15, respectivamente. Las odds ratio (*OR*) indican que los estudiantes tienen un 12%, un 16% y un 25% más de probabilidad de presentar UPRS a medida que aumenta la puntuación en las escalas de Miedo a la Evaluación Negativa (FNE), Evitación Social y Angustia en Situaciones Nuevas (SADN) y Evitación Social y Angustia General (SADG), respectivamente. En el caso de los chicos, los modelos clasificaron correctamente el 76% ($\chi^2 = 20.07$; $p < .00$), el 70% ($\chi^2 = 16.18$; $p < .00$) y el 73% ($\chi^2 = 13.59$; $p < .00$) de los casos y con un valor de ajuste del modelo (R^2 de Nagelkerke) de .24, .20 y .17, respectivamente. Las odds ratio (*OR*) indican que los chicos tienen un 12%, un 18% y un 28% más de probabilidad de presentar UPRS a medida que aumenta la puntuación en las escalas de Miedo a la Evaluación Negativa (FNE), Evitación Social y Angustia en Situaciones Nuevas (SADN) y Evitación Social y Angustia General (SADG), respectivamente. En el caso de los chicas, los modelos clasificaron correctamente el 66.4% ($\chi^2 = 23.54$; $p < .00$), el 71% ($\chi^2 = 18.05$; $p < .00$) y el 64.2% ($\chi^2 = 11.44$; $p < .00$) de los casos y con un valor de ajuste del modelo (R^2 de Nagelkerke) de .21, .16 y .11, respectivamente. Las odds ratio (*OR*) indican que las chicas tienen un 12%, un 14% y un 20% más de probabilidad de presentar UPRS a medida que aumenta la puntuación en las escalas de Miedo a la Evaluación Negativa (FNE), Evitación Social y Angustia en Situaciones Nuevas (SADN) y Evitación Social y Angustia General (SADG), respectivamente.

Tabla 4. Uso problemático de las redes sociales en función de las subescalas de la ansiedad social en la muestra total y según el sexo

Muestra total	**B**	**ET**	**Wald**	**Sig**	*OR*	**IC 95%**
AS-FNE	.12	.02	37.76	.00	1.12	1.08-1.17
Constante	-2.18	.36	36.74	.00	.11	
AS-SADN	.15	.03	31.22	.00	1.16	1.10-1.22
Constante	-2.17	.39	30.60	.00	.11	
AS-SADG	.22	.05	22.48	.00	1.25	1.14-1.37
Constante	-1.71	.36	22.53	.00	.18	
Chicos	B	ET	Wald	Sig	*OR*	IC 95%
AS-FNE	.12	.03	15.19	.00	1.12	1.06-1.19
Constante	-2.32	.52	20.07	.00	.09	
AS-SADN	.16	.05	12.91	.00	1.18	1.08-1.29
Constante	-2.52	.62	16.78	.00	.08	
AS-SADG	.25	.08	10.94	.00	1.28	1.11-1.49
Constante	-2.16	.55	15.25	.00	.12	
Chicas	B	ET	Wald	Sig	*OR*	IC 95%
AS-FNE	.11	.03	18.86	.00	1.12	1.06-1.17
Constante	-1.98	.52	14.74	.00	.14	
AS-SADN	.13	.03	15.18	.00	1.14	1.07-1.22
Constante	-1.78	.53	11.52	.00	.17	
AS-SADG	.18	.06	9.53	.00	1.20	1.07-1.35
Constante	-1.24	.48	6.61	.01	.29	

Nota. ET=Error Estándar; Sig=Significación; OR=Odds Ratio; IC=Intervalod de Confianza; AS-FNE=Ansiedad Social-Miedo a la Evaluación Negativa; AS-SADN=Ansiedad Social-Evitación Social y Angustia en Situaciones Nuevas; AS-SADG=Ansiedad Social-Evitación Social y Angustia General.

4. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue estudiar la relación entre el UPRS y la ansiedad social en una muestra de adolescentes, según el sexo. A partir de los resultados obtenidos, se confirmó la primera hipótesis ya que las chicas obtuvieron puntuaciones significativamente más altas que los chicos en UPRS y en las diferentes subescalas de la ansiedad social. Estos resultados van en la línea de investigaciones recientes donde se muestra una mayor sensibilidad en las adolescentes ante los riesgos relacionados con la validación social y la comparación interpersonal en las redes sociales (Orben et al., 2024). Asimismo, el incremento progresivo de las diferencias de género en la sintomatología de la ansiedad durante esta etapa coincide con investigaciones previas

(Ohannessian et al., 2017). Además, estudios recientes señalan que las adolescentes presentan una mayor vulnerabilidad emocional ante dinámicas digitales que se centran en la retroalimentación social y la comparación física y social, siendo estos factores que pueden intensificar los síntomas de ansiedad y el UPRS (Danielsen et al., 2024).

Los valores de correlación permitieron confirmar la segunda hipótesis ya que se observó una relación positiva y significativa entre el UPRS y las diferentes subescalas de la ansiedad social. Estos resultados coinciden con investigaciones previas que muestran que el UPRS se asocia significativamente con síntomas internalizantes, especialmente con la ansiedad social, el miedo a la evaluación negativa y las dificultades en la regulación emocional (Fassi et al., 2024). Asimismo, diferentes investigaciones evidencian que una mayor intensidad de UPRS se relaciona con mayores niveles de ansiedad social debido a mecanismos como la hipervigilancia interpersonal, la preocupación por la evaluación negativa de los demás y la comparación social (Shi et al., 2024).

En cuanto a la tercera hipótesis, y en contra de lo esperado, los valores de correlación entre el UPRS y las subescalas de la ansiedad social resultaron más altos en el caso de los chicos. Aunque tradicionalmente las investigaciones han encontrado mayores niveles de ansiedad social y UPRS en las chicas, investigaciones recientes sugieren que los chicos pueden presentar una relación más intensa como consecuencia de patrones específicos de su uso, como una mayor tendencia a la sobreexposición, conductas de validación interpersonal menos expresadas emocionalmente fuera del entorno digital y la búsqueda de reconocimiento social (Shabahang et al., 2024). Además, algunos estudios indican que los chicos podrían experimentar mayor impacto psicológico cuando utilizan las redes sociales como principal vía de interacción social y regulación emocional, lo que fortalecería la asociación entre ansiedad social y el UPRS (Varona et al., 2024). Estos resultados podrían reflejar diferencias de género en las motivaciones y funciones psicológicas asociadas al UPRS durante la adolescencia.

Finalmente, los datos permitieron confirmar la cuarta hipótesis, ya que las diferentes subescalas de la ansiedad social fueron predictores del UPRS, tanto en la muestra total, como en chicos y chicas. Este resultado coincide con investigaciones recientes donde se identifican la ansiedad social y el miedo a la evaluación negativa como factores relevantes en el desarrollo del UPRS en la adolescencia (Du et al., 2024). Además, diversos estudios sugieren que los adolescentes con mayores niveles de ansiedad social tienden a utilizar los entornos digitales como una vía de interacción percibida como más segura, controlable y menos amenazante que las interacciones presenciales, favoreciendo progresivamente una mayor dependencia emocional y conductual hacia las redes sociales (Mýlek et al., 2024). Por otro lado, los procesos como la comparación social, la hipervigilancia interpersonal y la necesidad de validación social constante pueden reforzar el mantenimiento del UPRS y de la sintomatología derivada de la ansiedad social (Wu et al., 2024).

5. LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación presenta varias limitaciones. Aunque la muestra es representativa de adolescentes, los resultados no pueden generalizarse a otros grupos educativos ni contextos socioculturales. Se recomienda que futuras investigaciones analicen otras poblaciones y culturas, además de utilizar diseños longitudinales para estudiar la evolución de la relación entre el UPRS

y la ansiedad social. También se señala la posible influencia del sesgo de deseabilidad social propio de los autoinformes, por lo que sería útil incorporar técnicas cualitativas. Asimismo, otras variables sociales, individuales y familiares podrían influir en la relación estudiada y deberían considerarse en futuras investigaciones. Además, la relación entre el UPRS y la ansiedad social podría ser bidireccional, sugiriendo el uso de modelos de ecuaciones estructurales para analizarla. A nivel práctico, los resultados destacan la importancia de programas de prevención y promoción de la salud mental, incluyendo alfabetización mediática, igualdad de género y estrategias de afrontamiento. Finalmente, se subraya la relevancia del apoyo familiar, social y escolar como factor protector frente a la ansiedad social en adolescentes.

6. CONCLUSIONES

En conclusión, este estudio confirma la relación entre el UPRS y la ansiedad social y la existencia de diferencias según el sexo. Los resultados mostraron que las chicas, en comparación con los chicos, presentan mayores niveles de UPRS y de ansiedad social, como miedo a la evaluación negativa, malestar en situaciones sociales nuevas y malestar en situaciones sociales en general, lo que sugiere una mayor vulnerabilidad emocional en ellas. Los análisis de correlación indican asociaciones positivas y significativas entre el UPRS y todas las dimensiones de ansiedad social. Estos patrones se mantienen en ambos grupos, aunque ligeramente más altos en chicos para el UPRS. Finalmente, los análisis de regresión logística muestran que todas las variables de ansiedad social predicen significativamente el UPRS, indicando que mayores niveles de ansiedad social aumentan la probabilidad del UPRS.

REFERENCIAS

Arreguín, A. Y. (2025). Social media, body image, and mental health among students at FES Zaragoza UNAM. *Psic-Obesidad*, *14*(55), 24–31. https://doi.org/10.22201/fesz.20075502e.2024.14.55.91651

Avci, H., Baams, L. y Kretschmer, T. (2024). A systematic review of social media use and adolescent identity development. *Adolescent Research Review*, *10*, 219-236. https://doi.org/10.1007/s40894-024-00251-1

Ciacchini, R., Orrù, G., Cucurnia, E., Sabbatini, S., Scafuto, F., Lazzarelli, A., Miccoli, M., Gemignani, A. y Conversano, C. (2023). Social Media in Adolescents: A Retrospective Correlational Study on Addiction. *Children*, *10*(2), 278. https://doi.org/10.3390/children10020278

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd Ed). Erlbaum.

Christiansen, D.M. (2015). Examining sex and gender differences in anxiety disorders. In F. Durbano (Ed.), *A fresh look at anxiety disorders* (pp. 17-49). InTechOpen.

Danielsen, H.E., Finserås, T.R., Andersen, A.I.O., Hjetlandet, G. J., Woodfin, V. y Skogen, J. C. (2024). Mirror, mirror on my screen: Focus on self-presentation on social media is associated with perfectionism and disordered eating among adolescents. Results from the "LifeOnSoMe"-study. *BMC Public Health 24* (2466). https://doi.org/10.1186/s12889-024-19317-9

Delgado, B. y Martínez-Monteagudo, M.C. (2023). *Cuestionario sobre el uso problemático de las redes sociales en adolescentes*. Universidad de Alicante.

Duchesne, S. y Ratelle, C.F. (2016). Patterns of anxiety symptoms during adolescence: Gender differences and sociomotivational factors. *Journal of Applied Developmental Psychology, 46,* 41–50. https://doi.org/10.1016/j.appdev.2016.07.001

Faravelli, C., Alessandra Scarpato, M., Castellini, G. y Lo Sauro, C. (2013). Gender differences in depression and anxiety: the role of age. *Psychiatry research*, *210*(3), 1301–1303. https://doi.org/10.1016/j.psychres.2013.09.027

Fassi, L., Thomas, K., Parry, D.A., Leyland-Craggs, A., Ford, T.J. y Orben, A. (2024). Social Media Use and Internalizing Symptoms in Clinical and Community Adolescent Samples: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Pediatrics, 178*(8), 814–822. https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2024.2078

Faverio, M., Sidoti,O., Atske, S. y Park, E. (2024). *Teens and Internet, Device Access Fact Sheet*. Pew Research Center. https://www.pewresearch.org/internet/fact-sheet/teens-and-internet-device-access-fact-sheet/

Gómez-Baya, D., Salinas-Pérez, J.A., Sánchez-López, A., Paino-Quesada, S. y Mendoza-Berjano, R. (2022). The Role of Developmental Assets in Gender Differences in Anxiety in Spanish Youth. *Frontiers in Psychiatry*, *13*, 810326. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2022.810326

Guisot, L., Aparisi, D., Delgado, B. y Martínez-Monteagudo, M. C. (2026).Problematic mobile phone and social media use among adolescents and its relationship with cyberbullying, cybervictimisation and social anxiety. *Scientific Reports, 16*. https://doi.org/10.1038/s41598-026-35842-6

Kemp, S. (2025). *Digital 2025: Global Overview Report*. DataReportal.

La Greca, A.M. y López, N. (1998). Social anxiety among adolescents: linkages with peer relations and friendships. *Journal of abnormal child psychology*, *26*(2), 83–94. https://doi.org/10.1023/a:1022684520514

Lahti, H., Kokkonen, M., Hietajärvi, L. et al. (2024). Social media threats and health among adolescents: evidence from the health behaviour in school-aged children study. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health, 18*(6). https://doi.org/10.1186/s13034-024-00754-8

Li, D.L., Wang, S., Zhang, D., Yang, R., Hu, J., Xue, Y., Huang, X., Wan., Y., Pan., C. W., Fang, J. y Shichen, Z. (2023). Gender difference in the associations between health literacy and problematic mobile phone use in Chinese middle school students. *BMC Public Health, 23*, 142. https://doi.org/10.1186/s12889-023-15049-4

Manago, A.M,, Walsh, A.S, y Barsigian, L.L. (2023) The contributions of gender identification and gender ideologies to the purposes of social media use in adolescence. *Frontiers in Psychology, 13*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1011951

Martín-Cárdaba, M. A., Lafuente-Pérez, P., Durán-Vilches, M. y Solano-Altaba, M. (2024). Gender stereotypes and social media: consumption of content generated by influencers among pre-teens and teenagers. *Doxa Comunicación*, *38*, 81-97. https://doi.org/10.31921/doxacom.n38a2034

Mýlek, V., Dědková, L. y Schouten, A.P. (2024). Adolescents' online communication and self-disclosure to online and offline acquaintances: Differential effects of social anxiety and depressed moods. *Journal of Media Psychology, 36*(2), 132-143. https://doi.org/10.1027/1864-1105/a000383

Nagata, J.M., Otmar, C.D., Shim, J., et al. (2025). Social media use and depressive symptoms during early adolescence. *JAMA Network Open, 8*(5), https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2025.11704

Nesbit, T. y Lole, L. (2025). A Qualitative Investigation of Social Media Fear of Missing Out (FoMO) and Needs Fulfilment Among Young Adults. *International Journal of Human–Computer Interaction, 42*(7). https://doi.org/10.1080/10447318.2025.2543998

Nesi, J., Telzer, E.H., y Prinstein, M.J. (2020). Adolescent Development in the Digital Media Context. *Psychological Inquiry, 31*(3), 229–234. https://doi.org/10.1080/1047840X.2020.1820219

Ohannessian, C. M., Milan, S. y Vannucci, A. (2017). Gender Differences in Anxiety Trajectories from Middle to Late Adolescence. *Journal of Youth and Adolescence*, *46*(4), 826–839. https://doi.org/10.1007/s10964-016-0619-7

Orben, A., Blakemore, S.J. y Dalgleish, T. (2024). Mechanisms linking social media use to adolescent mental health vulnerability. *Nature Reviews Psychology, 3*, 407-423. https://doi.org/10.1038/s44159-024-00307-y

Osborne, A. (2025). Balancing the benefits and risks of social media on adolescent mental health in a post-pandemic world. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health, 19*(92). https://doi.org/10.1186/s13034-025-00951-z

Shabahang, R., Shim, H., Aruguete, M.S. y Zsila, Á. (2024). Oversharing on Social Media: Anxiety, Attention-Seeking, and Social Media Addiction Predict the Breadth and Depth of Sharing. *Psychological reports, 127*(2), 513–530.
https://doi.org/10.1177/00332941221122861

Shi, Y., Kong, F. y Zhu, M. (2024). How does social media use intensity influence adolescents' social anxiety? The mediating role of imaginary audience and appearance-based self-esteem. *International Journal of Mental Health Promotion, 26*(12), 977-985. https://doi.org/10.32604/ijmhp.2024.057596

Sirin, S. R., Brauer, S. Z. y Tugberk, R. C. (2024). Reframing adolescent identity: A global perspective for the digital age. *Annual Review of Developmental Psychology, 6*, 301–322. https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-010923-101059

Spearman, C. (1904). The proof and measurement of association between two things. *The American Journal of Psychology*, *15*(1), 72–101.

Stănculescu, E., y Griffiths, M. D. (2022). Social media addiction profiles and their antecedents using latent profile analysis: The contribution of social anxiety, gender, and age. *Telematics and Informatics*, *74*, 101879. https://doi.org/10.1016/j.tele.2022.101879

Stavropoulos, V., Gómez, R., Steen, E., Beard, C., Liew, L. y Griffiths, M.D. (2017). The longitudinal association between anxiety and internet addiction in adolescence: the moderating effect of classroom extraversion. Journal of Behavioral Addictions*, 6*(2), 237–47. https://doi.org/10.1556/2006.6.2017.026

Valencia-Ortiz, R., Garay-Ruiz, U. y Cabero-Almenara, J. (2023). Problematic use of online social networks: the case of Mexican students. *Revista Educativa Alteridad, 18*(1), 23-33. https://doi.org/10.17163/alt.v18n1.2023.02

World Health Organization. (2024). *Teens, screens and mental health: Findings and implications*. WHO Regional Office for Europe.

Worsley, J.D., McIntyre, J.C., Bentall, R.P. y Corcoran, R. (2021). Using progress feedback to improve outcomes and reduce drop-out, treatment duration, and deterioration: A multilevel meta-analysis. *Clinical Psychology Review. 85*. https://doi.org/10.1016/j.cpr.2021.102002

Wu, W., Huang, L., y Yang, F. (2024). Social anxiety and problematic social media use: A systematic review and meta-analysis. *Addictive Behaviors*, *153*, 107995. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2024.107995

Xiao, B., Parent, N., Hein-Salvi, C. y Shapka, J. D. (2023). Shyness and problematic internet use among adolescents and young adults: A systematic review and meta-analysis. *Cogent Mental Health, 2*(1). https://doi.org/10.1080/28324765.2023.2278879

Capítulo 9. Integración crítica de las tecnologías digitales en la educación ambiental para fortalecer la participación estudiantil y promover prácticas sostenibles en contextos educativos

Vasiliki Kollarou
Universidad de Alicante (España)

Resumen: La integración crítica de las tecnologías digitales en la educación ambiental representa una oportunidad clave para transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje en un contexto marcado por la crisis ecológica y la acelerada digitalización educativa. Este capítulo analiza cómo las TIC pueden fortalecer la participación estudiantil, promover prácticas sostenibles y enriquecer la comprensión de los sistemas socioecológicos. A partir de una revisión actualizada de la literatura internacional, se examinan herramientas como simulaciones interactivas, plataformas colaborativas, narrativas digitales, recursos multimedia y aplicaciones móviles orientadas al análisis ambiental. Estas tecnologías permiten visualizar fenómenos complejos, fomentar el pensamiento crítico y facilitar experiencias de aprendizaje activo, multimodal y contextualizado. Asimismo, se destacan prácticas pedagógicas que conectan el aula con el territorio y la comunidad, impulsando la acción colectiva y la ciudadanía ambiental. El capítulo también aborda desafíos persistentes, como la brecha digital, la falta de infraestructura, la formación docente insuficiente y la necesidad de políticas educativas que orienten la integración pedagógica de las TIC. Finalmente, se propone un marco de actuación que combina innovación tecnológica, enfoque socioambiental y participación estudiantil, con el fin de avanzar hacia una educación ambiental transformadora, inclusiva y coherente con los retos del siglo XXI. La implementación reflexiva de las TIC puede contribuir a formar generaciones capaces de comprender, comunicar y actuar frente a los desafíos ambientales contemporáneos.

Palabras clave: educación medioambiental, tecnologías digitales, sostenibilidad, participación de los alumnos, innovación pedagógica.

Abstract: The critical integration of digital technologies into environmental education offers a powerful opportunity to transform teaching and learning processes in a context shaped by ecological crisis and rapid digitalization. This chapter examines how ICT can strengthen student participation, promote sustainable practices, and enhance understanding of socio-ecological systems. Drawing on an updated international literature review, the analysis explores tools such as interactive simulations, collaborative platforms, digital storytelling, multimedia resources, and mobile applications designed for environmental inquiry. These technologies support the visualization of complex phenomena, foster critical thinking, and enable active, multimodal, and context-based learning experiences. The chapter also highlights pedagogical practices that connect the classroom with local environments and communities, encouraging collective action and environmental citizenship. Persistent challenges are addressed as well, including digital divides, limited infrastructure, insufficient teacher training, and the need for educational policies that guide the pedagogical use of ICT. Finally, the chapter proposes a framework that combines technological innovation, socio-environmental perspectives, and student engagement to advance toward a transformative and inclusive model of environmental education aligned with twenty-first-century challenges. Thoughtful implementation of ICT can contribute to forming generations capable of understanding, communicating, and acting upon contemporary environmental issues.

Keywords: environmental education, digital technologies, sustainability, student engagement, pedagogical innovation.

1. INTRODUCCIÓN

La acelerada transformación digital de las últimas décadas ha modificado profundamente la manera en que las sociedades aprenden, se comunican y participan en asuntos colectivos. En este contexto, la educación ambiental adquiere un papel estratégico, ya que debe responder simultáneamente a dos desafíos urgentes: la crisis ecológica global y la necesidad de formar ciudadanos capaces de desenvolverse en entornos digitales complejos. La integración de tecnologías digitales en la educación ambiental no solo amplía las posibilidades pedagógicas, sino que también abre nuevas vías para comprender, representar y actuar frente a los problemas socioambientales contemporáneos.

Las herramientas digitales permiten visualizar fenómenos ecológicos, analizar datos, crear narrativas y conectar a estudiantes con comunidades más amplias. Estas posibilidades favorecen un aprendizaje más activo, participativo y contextualizado, en el que el alumnado puede investigar su entorno, comunicar hallazgos y proponer soluciones. Al mismo tiempo, la digitalización plantea retos importantes: desigualdades de acceso, falta de formación docente, ausencia de políticas claras y riesgos asociados a un uso superficial o tecnocéntrico de las TIC.

Este capítulo examina de manera crítica cómo las tecnologías digitales pueden contribuir a una educación ambiental más significativa, inclusiva y orientada a la acción. Se analizan los beneficios pedagógicos de las TIC, su potencial para fomentar la participación estudiantil y su papel en la comprensión de los sistemas socioecológicos. Asimismo, se abordan experiencias internacionales, desafíos de implementación y la importancia de la formación docente para garantizar un uso pedagógico adecuado.

El propósito final es ofrecer un marco actualizado que permita a docentes, investigadores y responsables educativos comprender las oportunidades y limitaciones de integrar tecnologías digitales en la educación ambiental. A través de este análisis, se busca contribuir a la construcción de prácticas educativas que fortalezcan la sostenibilidad, la ciudadanía ambiental y la capacidad de los estudiantes para actuar de manera informada y responsable en un mundo en constante cambio.

2. MARCO TEÓRICO

El marco teórico que sustenta este capítulo reúne aportes recientes de la literatura sobre educación ambiental, tecnologías digitales y ciudadanía socioambiental. Su propósito es contextualizar los fundamentos conceptuales que permiten comprender cómo las TIC pueden transformar los procesos educativos vinculados a la sostenibilidad. Para ello, se abordan tres dimensiones clave: la evolución de la educación ambiental, el papel de las tecnologías digitales en la innovación pedagógica y la relación entre cultura digital, participación estudiantil y ciudadanía ambiental.

2.1. Educación ambiental en el contexto contemporáneo

La educación ambiental ha evolucionado desde enfoques centrados en la transmisión de información hacia modelos orientados a la acción, la participación y la comprensión crítica de los sistemas socioecológicos. En un escenario marcado por la crisis climática, la pérdida de biodiversidad y la creciente desigualdad ambiental, la educación ambiental se concibe como un proceso transformador que busca desarrollar competencias para interpretar, cuestionar y actuar frente a los desafíos actuales (Ardoin et al., 2019). La literatura reciente destaca la importancia de promover actitudes proambientales desde edades tempranas, ya que estas influyen directamente en la disposición del alumnado a adoptar comportamientos sostenibles (Balundė et al., 2020). Asimismo, la educación basada en el territorio y las experiencias locales ha demostrado fortalecer la alfabetización ambiental y el sentido de pertenencia hacia el entorno (Hamilton y Marckini-Polk, 2023).

En este marco, la educación ambiental no solo aborda contenidos ecológicos, sino que integra dimensiones sociales, culturales y éticas. La ciudadanía ambiental emerge como un concepto clave que articula conocimiento, participación y responsabilidad colectiva (Georgiou et al., 2021). Este enfoque reconoce que los problemas ambientales requieren soluciones colaborativas y una comprensión profunda de las interdependencias entre sistemas humanos y naturales.

2.2. Tecnologías digitales y transformación educativa

La digitalización ha redefinido los procesos educativos, ampliando las posibilidades de acceso, creación y circulación del conocimiento. Las tecnologías digitales permiten visualizar fenómenos complejos, analizar datos ambientales y generar experiencias de aprendizaje más activas y personalizadas (Lowan-Trudeau, 2023). Herramientas como simulaciones, mapas interactivos, plataformas colaborativas y narrativas digitales facilitan la comprensión de procesos ecológicos que, de otro modo, serían difíciles de observar directamente (Cisneros et al., 2023).

Además, las TIC fomentan la participación estudiantil mediante dinámicas de gamificación, proyectos colaborativos y actividades basadas en la investigación (Kollarou y Kollarou, 2025a). Estudios recientes en el contexto griego muestran que la integración de herramientas digitales en la enseñanza de las ciencias mejora la motivación del alumnado y favorece prácticas pedagógicas más activas y contextualizadas (Kollarou y Kollarou, 2025b). La literatura subraya que los estudiantes nativos digitales responden positivamente a metodologías interactivas que integran recursos multimedia y entornos virtuales (Edsand y Broich, 2020). Sin embargo, la integración tecnológica requiere una mirada crítica para evitar enfoques tecnocéntricos que prioricen la herramienta sobre el aprendizaje.

2.3. Ciudadanía ambiental, sostenibilidad y cultura digital

La ciudadanía ambiental implica la capacidad de comprender problemas socioambientales, participar en procesos colectivos y actuar de manera informada y responsable. Las tecnologías digitales pueden fortalecer esta ciudadanía al facilitar la comunicación, la colaboración y la acción comunitaria (Gallay et al., 2025). Plataformas digitales permiten a los estudiantes documentar problemas locales, compartir evidencias, organizar campañas y participar en proyectos de ciencia ciudadana (Baker et al., 2024).

Asimismo, la cultura digital favorece nuevas formas de participación social que pueden potenciar la sostenibilidad. La creación de contenidos digitales —como videos, podcasts o relatos interactivos— permite al alumnado expresar su comprensión de los problemas ambientales y difundir mensajes de sensibilización (Ruiz-Mallén et al., 2022). Estas prácticas conectan el aprendizaje escolar con la realidad comunitaria, fortaleciendo el sentido de agencia y responsabilidad.

Finalmente, la integración de las TIC en la educación ambiental debe entenderse como parte de un proceso más amplio de innovación pedagógica, donde la tecnología se utiliza para ampliar oportunidades de aprendizaje, promover la justicia ambiental y construir comunidades más resilientes (McLeod et al., 2019).

3. DESARROLLO DEL TEMA

El desarrollo del tema profundiza en las principales aportaciones teóricas y prácticas que sustentan la integración de tecnologías digitales en la educación ambiental. Esta sección examina cómo las TIC pueden enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, promover la participación estudiantil, fortalecer la comprensión de los sistemas socioecológicos y facilitar la acción comunitaria. Asimismo, se analizan desafíos estructurales y pedagógicos, y se presentan estudios de caso que ilustran la aplicación de estas tecnologías en contextos europeos, con especial atención a experiencias desarrolladas en Grecia, tanto en islas de pequeño tamaño como en regiones continentales. El objetivo es ofrecer una visión amplia, crítica y contextualizada del potencial transformador de las TIC en la educación ambiental contemporánea.

3.1. Beneficios pedagógicos de las TIC en la educación ambiental

La literatura reciente coincide en que las tecnologías digitales amplían significativamente las oportunidades de aprendizaje en educación ambiental. Las TIC permiten representar fenómenos ecológicos complejos mediante simulaciones, modelos interactivos y visualizaciones dinámicas que facilitan la comprensión de procesos difíciles de observar directamente, como la acidificación oceánica, la pérdida de biodiversidad o los ciclos biogeoquímicos (Lowan-Trudeau, 2023). Estas herramientas ayudan al alumnado a interpretar datos ambientales, analizar tendencias y establecer relaciones entre variables ecológicas, fortaleciendo así el pensamiento crítico y la alfabetización científica (Ardoin et al., 2019).

En el contexto europeo, numerosos centros educativos han incorporado plataformas digitales para el análisis de datos climáticos, el seguimiento de la calidad del aire o la observación de especies locales. En España, por ejemplo, proyectos escolares basados en sensores digitales permiten a los estudiantes monitorizar la contaminación atmosférica y comparar sus resultados con bases de datos oficiales, lo que fomenta la interpretación crítica de la información ambiental. En Finlandia, el uso de simuladores ecológicos en educación primaria ha demostrado mejorar la comprensión de los sistemas naturales y promover actitudes proambientales desde edades tempranas.

En Grecia, la integración de las TIC en la educación ambiental ha avanzado especialmente en regiones donde la relación con el entorno natural es intensa. En la isla de Anafi, un proyecto escolar reciente utilizó aplicaciones móviles de geolocalización para documentar puntos críti-

cos de erosión costera y registrar cambios en la vegetación local. El alumnado creó mapas digitales colaborativos que posteriormente fueron presentados al municipio, fortaleciendo la conexión entre escuela y comunidad. Esta experiencia demuestra cómo las TIC pueden transformar la observación del entorno en un proceso sistemático, participativo y orientado a la acción.

Asimismo, las TIC favorecen un aprendizaje más activo y participativo. Plataformas colaborativas, aplicaciones móviles y recursos multimedia permiten que los estudiantes investiguen su entorno, documenten evidencias y compartan hallazgos con sus compañeros (Cisneros et al., 2023). Este enfoque promueve la autonomía, la creatividad y la capacidad de comunicar información ambiental de manera rigurosa y accesible. La literatura también destaca que el uso de tecnologías digitales incrementa la motivación del alumnado, especialmente entre jóvenes familiarizados con entornos digitales (Balundė et al., 2020).

En conjunto, estos beneficios muestran que las TIC no solo enriquecen la enseñanza de contenidos ambientales, sino que también contribuyen a desarrollar competencias transversales esenciales para la ciudadanía del siglo XXI.

3.2. Aprendizaje activo, multimodalidad y gamificación

El aprendizaje activo constituye uno de los pilares de la educación ambiental contemporánea, y las TIC ofrecen múltiples posibilidades para potenciarlo. La multimodalidad —que combina texto, imagen, sonido, animación y experiencia interactiva— permite que los estudiantes se acerquen a los problemas ambientales desde diferentes perspectivas sensoriales y cognitivas (Edsand y Broich, 2020). Videos, infografías, mapas interactivos y recorridos virtuales facilitan la comprensión de fenómenos ecológicos y fomentan la retención de información.

En Europa, diversas iniciativas han incorporado recursos multimodales para enseñar sostenibilidad. En Portugal, por ejemplo, se utilizan recorridos virtuales para explorar áreas protegidas, permitiendo que el alumnado observe ecosistemas frágiles sin necesidad de desplazarse físicamente. En los Países Bajos, plataformas de realidad aumentada permiten visualizar el impacto del aumento del nivel del mar en zonas costeras, lo que facilita la comprensión de los riesgos climáticos.

La gamificación también ha emergido como una estrategia eficaz para aumentar la participación estudiantil. Elementos como desafíos, recompensas, narrativas lúdicas y retroalimentación inmediata generan un entorno motivador que impulsa la exploración y la resolución de problemas ambientales, tal como señalan estudios recientes sobre el uso de herramientas digitales para fomentar la sostenibilidad (Hajj-Hassan et al., 2024). Estas dinámicas no solo incrementan el interés del alumnado, sino que también promueven la reflexión sobre las consecuencias de las acciones humanas en los ecosistemas.

En Grecia, un ejemplo destacado proviene de un centro educativo de Xanthi, donde se desarrolló un proyecto gamificado sobre gestión de residuos urbanos. El alumnado utilizó una aplicación digital que simulaba distintos escenarios de reciclaje y economía circular. A través de misiones y retos, los estudiantes debían tomar decisiones sobre separación de residuos, reducción del consumo y reutilización de materiales. Los resultados mostraron un aumento significativo en la comprensión de los procesos de gestión de residuos y una mejora en los hábitos sostenibles dentro del propio centro escolar.

Asimismo, las TIC permiten personalizar el aprendizaje. Los estudiantes pueden avanzar a su propio ritmo, profundizar en temas de interés y acceder a recursos adaptados a sus necesidades. Esta flexibilidad es especialmente valiosa en educación ambiental, donde los contextos locales influyen en la relevancia de los contenidos (Barakabitze et al., 2019).

3.3. Colaboración digital y participación comunitaria

La educación ambiental requiere procesos colaborativos que involucren a estudiantes, docentes y comunidades. Las tecnologías digitales facilitan esta colaboración al ofrecer espacios virtuales donde los participantes pueden comunicarse, compartir información y coordinar acciones, tal como señalan estudios recientes sobre ciencia cívica ambiental y participación digital (Gallay et al., 2025). Plataformas como foros, blogs, redes sociales y documentos compartidos permiten desarrollar proyectos colectivos orientados a la sostenibilidad.

En Europa, numerosos proyectos de ciencia ciudadana han incorporado herramientas digitales para promover la participación comunitaria. En Italia, iniciativas de monitoreo de biodiversidad utilizan aplicaciones móviles para que estudiantes y familias registren avistamientos de especies locales. En Alemania, plataformas colaborativas permiten a los centros educativos compartir datos sobre consumo energético y comparar estrategias de eficiencia.

En Grecia, tanto en Anafi como en Xanthi, se han desarrollado proyectos que conectan escuela y comunidad mediante tecnologías digitales. En Anafi, el alumnado colaboró con pescadores locales para documentar cambios en la fauna marina utilizando fotografías geolocalizadas. En Xanthi, estudiantes de secundaria trabajaron con el municipio para crear una campaña digital sobre contaminación acústica, utilizando aplicaciones de medición de ruido y difundiendo los resultados en redes sociales locales.

Estas prácticas fortalecen el sentido de agencia del alumnado y promueven una ciudadanía ambiental activa. Además, las TIC permiten conectar a las escuelas con organizaciones ambientales, universidades y expertos, ampliando las oportunidades de aprendizaje y acción. Esta red de colaboración contribuye a construir comunidades más resilientes y comprometidas con la sostenibilidad (Baker et al., 2024; Ruiz-Mallén et al., 2022).

3.4. TIC y comprensión de sistemas socioecológicos

Comprender los sistemas socioecológicos implica analizar las interacciones entre procesos naturales y dinámicas humanas. Las TIC ofrecen recursos valiosos para explorar estas interdependencias mediante simulaciones, modelos predictivos y visualizaciones de datos ambientales (Janmaimool y Khajohnmanee, 2019). Estas herramientas permiten que los estudiantes observen cómo pequeñas variaciones en un sistema pueden generar efectos significativos en otros componentes.

En Europa, el uso de plataformas de datos abiertos ha permitido que los centros educativos accedan a información climática, hidrológica y ecológica en tiempo real. En Francia, por ejemplo, los estudiantes utilizan bases de datos meteorológicas para analizar patrones de sequía y relacionarlos con la agricultura local. En Dinamarca, herramientas digitales permiten simular escenarios de gestión del agua en zonas urbanas, lo que ayuda a comprender la relación entre infraestructura, clima y bienestar social.

En Grecia, la comprensión de sistemas socioecológicos se ha trabajado mediante proyectos que combinan observación de campo y análisis digital. En Anafi, el alumnado utilizó imágenes satelitales para estudiar la expansión de zonas áridas y relacionarla con cambios en las prácticas agrícolas. En Xanthi, estudiantes analizaron datos sobre calidad del aire y tráfico urbano, identificando patrones que afectaban la salud comunitaria.

La creación de contenidos digitales —como videos, podcasts o narrativas interactivas— también ayuda al alumnado a expresar su comprensión de los sistemas socioecológicos y a comunicarla de manera efectiva. Estas prácticas fortalecen la alfabetización ambiental y la capacidad de actuar de forma informada.

3.5. Formación docente y desafíos de implementación

La integración efectiva de las TIC en la educación ambiental depende en gran medida de la formación docente, especialmente en lo que respecta al desarrollo profesional orientado al uso pedagógico de tecnologías digitales (Pino-Perdomo y Velásquez-Mosquera, 2026). La literatura señala que muchos educadores carecen de preparación suficiente para utilizar tecnologías digitales de manera pedagógica, lo que limita su potencial transformador. Investigaciones recientes en Grecia destacan que, incluso cuando existen recursos tecnológicos, la falta de formación específica dificulta su uso didáctico en la enseñanza de las ciencias (Kollarou y Kollarou, 2025b). La falta de infraestructura, la brecha digital y la ausencia de políticas educativas claras también constituyen barreras importantes.

En Europa, varios países han desarrollado programas de formación docente centrados en la integración pedagógica de las TIC. En España, iniciativas de desarrollo profesional continuo han permitido que docentes de educación primaria incorporen herramientas digitales en proyectos ambientales locales. En Finlandia, la formación docente incluye módulos específicos sobre sostenibilidad y tecnología, lo que facilita la implementación de proyectos interdisciplinarios.

En Grecia, la formación docente en TIC ha avanzado en los últimos años, pero persisten desafíos. En regiones como Xanthi, donde la diversidad cultural y socioeconómica es alta, los docentes han señalado la necesidad de formación adaptada a contextos locales. En Anafi, la falta de infraestructura tecnológica limita la continuidad de proyectos digitales, aunque la motivación docente ha permitido desarrollar iniciativas innovadoras con recursos mínimos.

Programas de formación continua, mentorías entre docentes y alianzas con organizaciones tecnológicas pueden contribuir a superar estas dificultades. Asimismo, es fundamental que la formación docente incluya no solo competencias técnicas, sino también estrategias para integrar las TIC en actividades que promuevan el pensamiento crítico, la participación y la acción ambiental (Napal Fraile et al., 2018). En esta línea, diversos estudios subrayan que la sostenibilidad educativa requiere enfoques institucionales que articulen la formación docente con iniciativas más amplias de innovación y compromiso comunitario (Menon y Suresh, 2020).

3.6. Estudios de caso internacionales

Diversos estudios de caso muestran cómo las TIC pueden transformar la educación ambiental en distintos contextos. En Europa, proyectos como Eco-Schools han incorporado platafor-

mas digitales para coordinar acciones de sostenibilidad entre centros educativos de diferentes países. En Suecia, iniciativas de monitoreo de biodiversidad escolar utilizan aplicaciones móviles para registrar especies y analizar cambios en los ecosistemas locales.

En Grecia, los casos de Xanthi y Anafi ilustran cómo las TIC pueden adaptarse a contextos muy diferentes: desde islas pequeñas con recursos limitados hasta ciudades medianas con mayor infraestructura. En Anafi, la combinación de observación de campo y herramientas digitales permitió al alumnado comprender la fragilidad de los ecosistemas insulares. En Xanthi, la integración de aplicaciones de medición ambiental facilitó la participación comunitaria y la toma de decisiones informadas.

A nivel internacional, experiencias en Australia y África subsahariana muestran que las TIC pueden ser herramientas poderosas incluso en contextos con recursos limitados. En Australia, programas como Green School utilizan videoconferencias para conectar a estudiantes con expertos en sostenibilidad. En África, iniciativas basadas en aplicaciones móviles han mejorado la comprensión de problemas ambientales locales y han impulsado la participación comunitaria, tal como señalan estudios recientes sobre el uso de las TIC en contextos con recursos limitados (Barakabitze et al., 2019).

Estos ejemplos evidencian que, aunque los contextos varían, las TIC pueden adaptarse para promover aprendizajes significativos y acción ambiental.

4. DISCUSIÓN

La integración de tecnologías digitales en la educación ambiental abre un campo de posibilidades pedagógicas, pero también plantea desafíos que requieren una reflexión crítica. Esta sección analiza las oportunidades emergentes, las limitaciones estructurales y pedagógicas, y las implicaciones para la práctica educativa. A partir de los hallazgos presentados en el desarrollo del tema, se discuten los elementos que pueden potenciar o dificultar la transformación educativa hacia modelos más participativos, sostenibles y digitalmente competentes.

4.1. Oportunidades emergentes

Las tecnologías digitales ofrecen oportunidades significativas para enriquecer la educación ambiental y fortalecer la participación estudiantil. En primer lugar, permiten visualizar fenómenos ecológicos complejos mediante simulaciones, modelos interactivos y recursos multimedia, lo que facilita la comprensión de procesos ambientales que tradicionalmente resultaban abstractos o inaccesibles (Lowan-Trudeau, 2023). Esta capacidad de representación contribuye a desarrollar pensamiento crítico y alfabetización científica, aspectos esenciales para la ciudadanía ambiental contemporánea (Ardoin et al., 2019).

En segundo lugar, las TIC fomentan la participación activa del alumnado a través de dinámicas de investigación, creación de contenidos y colaboración digital. La literatura muestra que los estudiantes se sienten más motivados cuando utilizan herramientas digitales que conectan el aprendizaje con su realidad cotidiana (Balundė et al., 2020). En contextos europeos, proyectos basados en ciencia ciudadana han demostrado que la participación digital puede fortalecer la conciencia ambiental y promover acciones comunitarias sostenibles (Baker et al., 2024).

En tercer lugar, las TIC facilitan la conexión entre escuela y territorio. Los ejemplos de Xanthi y Anafi muestran que incluso en contextos con recursos limitados, las tecnologías digitales pueden apoyar procesos de observación ambiental, análisis de datos y comunicación con actores locales. Estas experiencias coinciden con estudios europeos que destacan el valor de integrar herramientas digitales en proyectos basados en el lugar (place-based education), ya que fortalecen el vínculo entre alumnado y entorno (Hamilton y Marckini-Polk, 2023).

Finalmente, las TIC pueden contribuir a construir comunidades más resilientes mediante la colaboración entre escuelas, universidades, organizaciones ambientales y administraciones públicas. Esta red de cooperación es clave para abordar problemas socioecológicos complejos.

4.2. Limitaciones y riesgos

A pesar de su potencial, la integración de las TIC en la educación ambiental enfrenta limitaciones importantes. Una de las principales barreras es la desigualdad en el acceso a dispositivos, conectividad e infraestructura tecnológica. En regiones insulares como Anafi, la falta de recursos digitales dificulta la continuidad de proyectos innovadores, mientras que en zonas urbanas como Xanthi, la brecha digital se manifiesta en diferencias socioeconómicas entre estudiantes. Estas desigualdades coinciden con hallazgos internacionales que señalan la infraestructura como un factor crítico para la integración efectiva de las TIC.

Otro desafío es la insuficiente formación docente. Muchos educadores carecen de competencias digitales avanzadas o de estrategias pedagógicas para integrar las TIC de manera significativa en actividades ambientales. La literatura subraya que la formación debe ir más allá del uso técnico de herramientas e incluir enfoques didácticos que promuevan pensamiento crítico, participación y acción ambiental (Napal Fraile et al., 2018). Sin esta preparación, existe el riesgo de que las TIC se utilicen de forma superficial o tecnocéntrica, priorizando la herramienta sobre el aprendizaje (Lowan-Trudeau, 2023) y sin considerar los costes humanos y ambientales asociados a su uso educativo (Brzyskiewicz et al., 2025).

Asimismo, la sobreexposición a pantallas y la dependencia de recursos digitales pueden reducir el contacto directo con la naturaleza, un componente esencial de la educación ambiental. Estudios europeos advierten que la tecnología debe complementar, y no reemplazar, la experiencia vivencial en el entorno (Georgiou et al., 2021).

Finalmente, la falta de políticas educativas claras dificulta la integración sistemática de las TIC en proyectos ambientales. En muchos países, incluidos varios europeos, la innovación digital depende de iniciativas individuales de docentes o centros, lo que genera desigualdades y falta de continuidad (Gallay et al., 2025).

4.3. Implicaciones para la práctica educativa

Los hallazgos analizados sugieren varias implicaciones clave para avanzar hacia una integración más efectiva de las TIC en la educación ambiental. En primer lugar, es necesario desarrollar programas de formación docente que combinen competencias digitales, metodologías activas y enfoques socioambientales. La experiencia de países como Finlandia demuestra que la formación interdisciplinar facilita la implementación de proyectos innovadores y contextualizados.

En segundo lugar, se requiere fortalecer la infraestructura tecnológica, especialmente en regiones rurales, insulares o con limitaciones socioeconómicas. Asimismo, es necesario garantizar que el profesorado cuente con apoyo y formación continua para integrar las TIC en la enseñanza de las ciencias, tal como señalan estudios recientes en el contexto griego (Kollarou y Kollarou, 2025b) y en el ámbito de la sostenibilidad educativa a nivel institucional (Menon y Suresh, 2020). La experiencia de Anafi muestra que incluso pequeñas mejoras en conectividad y acceso a dispositivos pueden transformar la capacidad de los centros educativos para desarrollar proyectos ambientales digitales.

En tercer lugar, es fundamental promover proyectos que conecten escuela, comunidad y territorio. Las experiencias de Xanthi, donde el alumnado colaboró con el municipio para medir contaminación acústica, ilustran cómo las TIC pueden apoyar procesos de participación ciudadana y toma de decisiones informadas. Este enfoque coincide con estudios europeos que destacan la importancia de integrar la educación ambiental en redes comunitarias más amplias (Ruiz-Mallén et al., 2022).

Finalmente, las políticas educativas deben reconocer el valor de las TIC para la sostenibilidad y proporcionar marcos que apoyen la innovación pedagógica. En esta línea, las tecnologías digitales pueden actuar como motores de innovación social y ambiental dentro de los centros educativos (Jareh, 2025). Esto incluye financiación, recursos, formación y evaluación de proyectos digitales orientados a la acción ambiental.

5. CONCLUSIONES

La integración crítica de las tecnologías digitales en la educación ambiental constituye una oportunidad decisiva para transformar los procesos educativos en un contexto global marcado por la crisis ecológica, la acelerada digitalización y la creciente necesidad de formar ciudadanos capaces de comprender y actuar frente a los desafíos socioambientales contemporáneos. A lo largo de este capítulo se ha mostrado que las TIC, cuando se utilizan de manera pedagógicamente fundamentada, pueden enriquecer la enseñanza, fortalecer la participación estudiantil y promover prácticas sostenibles tanto en el ámbito escolar como en la comunidad. Sin embargo, también se ha evidenciado que su implementación efectiva requiere condiciones estructurales, formativas y políticas que no siempre están garantizadas. Las conclusiones que se presentan a continuación sintetizan los principales aportes del análisis, destacando las implicaciones educativas, sociales y comunitarias de este enfoque.

En primer lugar, las tecnologías digitales amplían significativamente las posibilidades de aprendizaje en educación ambiental. Su capacidad para representar fenómenos ecológicos complejos mediante simulaciones, visualizaciones interactivas y modelos digitales permite que el alumnado comprenda procesos que tradicionalmente resultaban abstractos o inaccesibles. Esta potencialidad no solo facilita la alfabetización científica, sino que también promueve el pensamiento crítico y la capacidad de interpretar datos ambientales, habilidades esenciales para la ciudadanía del siglo XXI. Además, el uso de herramientas digitales interactivas contribuye a desarrollar una mayor conciencia sobre la sostenibilidad (Hajj-Hassan et al., 2024). La multimodalidad de los recursos digitales —que combina texto, imagen, sonido, animación y experiencia interactiva— favorece la comprensión profunda y la retención de información, especialmente en estudiantes que aprenden mejor a través de estímulos visuales o experienciales.

En segundo lugar, las TIC fortalecen la participación estudiantil y fomentan un aprendizaje más activo, autónomo y significativo. Herramientas como plataformas colaborativas, aplicaciones móviles, blogs, podcasts y narrativas digitales permiten que los estudiantes investiguen su entorno, documenten evidencias, comuniquen hallazgos y participen en proyectos colectivos. Este enfoque transforma al alumnado en protagonista del proceso educativo, promoviendo la creatividad, la responsabilidad y la capacidad de actuar frente a problemas ambientales reales. Las experiencias analizadas en este capítulo —tanto en contextos europeos como en casos específicos de Grecia, como Anafi y Xanthi— muestran que la participación digital puede convertirse en un motor de cambio comunitario cuando se vincula con necesidades locales y procesos de toma de decisiones.

En tercer lugar, la integración de las TIC en la educación ambiental favorece la conexión entre escuela, territorio y comunidad. Los proyectos desarrollados en Anafi y Xanthi ilustran cómo las tecnologías digitales pueden adaptarse a contextos muy diferentes: desde islas pequeñas con recursos limitados hasta ciudades medianas con mayor infraestructura. En Anafi, el uso de aplicaciones de geolocalización y mapas digitales permitió al alumnado documentar cambios ambientales y colaborar con actores locales, fortaleciendo la conciencia ecológica y el sentido de pertenencia. En Xanthi, la utilización de herramientas digitales para medir contaminación acústica y desarrollar campañas de sensibilización demostró que las TIC pueden apoyar procesos de participación ciudadana y contribuir a la toma de decisiones informadas. Estas experiencias coinciden con tendencias europeas que destacan la importancia de integrar la educación ambiental en redes comunitarias más amplias, promoviendo la resiliencia y la sostenibilidad local.

En cuarto lugar, la integración de las TIC en la educación ambiental no está exenta de desafíos. La brecha digital —tanto en términos de acceso a dispositivos como de conectividad e infraestructura— constituye una barrera significativa, especialmente en regiones rurales, insulares o con limitaciones socioeconómicas. La falta de formación docente adecuada también limita el potencial transformador de las tecnologías digitales. Muchos educadores carecen de competencias digitales avanzadas o de estrategias pedagógicas para integrar las TIC de manera significativa en actividades ambientales. Además, la ausencia de políticas educativas claras y sostenidas dificulta la continuidad de los proyectos digitales, generando desigualdades entre centros educativos y regiones. Estos desafíos ponen de manifiesto la necesidad de abordar la integración tecnológica desde una perspectiva sistémica, que incluya inversión en infraestructura, formación docente continua y marcos institucionales que apoyen la innovación pedagógica.

En quinto lugar, la integración de las TIC en la educación ambiental debe entenderse como un proceso que va más allá del uso instrumental de herramientas digitales. Requiere una visión pedagógica que sitúe la tecnología al servicio del aprendizaje, la participación y la sostenibilidad. Esto implica evitar enfoques tecnocéntricos que prioricen la herramienta sobre el proceso educativo y, en cambio, promover prácticas que combinen experiencias digitales con contacto directo con la naturaleza, trabajo de campo, investigación local y colaboración comunitaria. La tecnología debe complementar, no reemplazar, la experiencia vivencial, ya que el vínculo emocional con el entorno es un componente esencial de la educación ambiental.

Finalmente, las conclusiones de este capítulo apuntan hacia la necesidad de construir un modelo de educación ambiental digitalmente competente, socialmente comprometido y pedagógicamente innovador. Este modelo debe integrar tecnologías digitales de manera crítica, creativa y contextualizada, promoviendo la alfabetización ambiental, la participación estudiantil y la acción colectiva. La experiencia europea muestra que la combinación de innovación tecnológica, enfoque socioambiental y participación comunitaria puede generar prácticas educativas transformadoras. La experiencia griega demuestra que incluso en contextos con recursos limitados, la motivación docente, la colaboración local y el uso estratégico de herramientas digitales pueden producir resultados significativos.

En suma, la integración crítica de las TIC en la educación ambiental ofrece un camino prometedor para formar generaciones capaces de comprender, comunicar y actuar frente a los desafíos ambientales contemporáneos. Su implementación reflexiva puede contribuir a construir comunidades más resilientes, escuelas más participativas y sociedades más comprometidas con la sostenibilidad. El reto para los próximos años será consolidar políticas, infraestructuras y prácticas pedagógicas que permitan aprovechar plenamente este potencial, garantizando que la educación ambiental digital sea inclusiva, equitativa y transformadora.

AGRADECIMIENTOS

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

REFERENCIAS

Ardoin, N. M., Bowers, A. W., y Gaillard, E. (2019). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological Conservation*, *241*, 108224. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224

Baker, P. M., Samuels, B., y Hain, T. J. A. (2024). Using citizen science to document biodiversity on a university campus: A year-long case study. *Conservation, 4*(3), 533–546. https://doi.org/10.3390/conservation4030032

Balundė, A., Perlaviciute, G., y Truskauskaitė-Kunevičienė, I. (2020). Sustainability in youth: Environmental considerations in adolescence and their relationship to pro-environmental behavior. *Frontiers in Psychology, 11*, 582920. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.582920

Barakabitze, A. A., William-Andey Lazaro, A., Ainea, N., Mkwizu, M. H., Maziku, H., Matofali, A. X., Iddi, A., y Sanga, C., (2019), Transforming African Education Systems in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Using ICTs: Challenges and Opportunities, *Education Research International*, 6946809. https://doi.org/10.1155/2019/6946809

Brzyskiewicz, S., McGarr, O., y Lenihan, R. (2025). Critically reflecting on the human and environmental costs of digital technology use in education: considering the role of leadership and school culture. *Irish Educational Studies*, 1–20. https://doi.org/10.1080/03323315.2025.2479439

Cisneros L, Campbell T, Freidenfelds N, Lindemann A, Elliot-Famularo H, Chadwick C, Dickson D and Park B-Y (2023) Eco-digital storytelling: Engaging historically exclu-

ded populations in environmental action through mentoring, geospatial technology, and digital media storytelling. *Frontiers in Education, 7*, 1083064. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.1083064

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

Gallay, E., Shantz, E., Flanagan, C., Pykett, A., y Voelker, L. (2025). Environmental civic science: Civic and scientific literacy on socio-environmental issues for the common good. *Theory Into Practice, 64*(2), 154–167. https://doi.org/10.1080/00405841.2025.2453365

Georgiou, Y., Hadjichambis, A. C., y Hadjichambi, D. (2021). Teachers' Perceptions on Environmental Citizenship: A Systematic Review of the Literature. *Sustainability, 13*(5), 2622. https://doi.org/10.3390/su13052622

Hajj-Hassan, M., Chaker, R., y Cederqvist, A.-M. (2024). Environmental Education: A Systematic Review on the Use of Digital Tools for Fostering Sustainability Awareness. *Sustainability, 16*(9), 3733. https://doi.org/10.3390/su16093733

Hamilton, E., y Marckini-Polk, L. (2023). The impact of place-based education on middle school students' environmental literacy and stewardship. *Cogent Education, 10*(1). https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2163789

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

Jareh, A. (2025). Sustainable Social Innovation as a Solution for Systemic Change and Resilience. *Sustainability, 17*(4), 1583. https://doi.org/10.3390/su17041583

Kollarou, A., y Kollarou, V. (2025). Integrating ICT in Greek Secondary Education: Effective Practices and Challenges in Teaching Biology and Environmental Studies. *European Journal of Engineering and Technology Research, 1*(CIE), 90–96. https://doi.org/10.24018/ejeng.2025.1.CIE.70022

Kollarou, A., y Kollarou, V. (2025). Teaching science with ICT: Practices and challenges in Greek Secondary Education, *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT), 21*(3), 25–38. http://ijedict.dec.uwi.edu/viewissue.php

Lowan-Trudeau, G. (2023). Digital technologies and environmental education. *The Journal of Environmental Education, 54*(1), 1–7. https://doi.org/10.1080/00958964.2022.2152413

Mcleod E, Bruton-Adams M, Förster J, Franco C, Gaines G, Gorong B, James R, Posing-Kulwaum G, Tara M and Terk E (2019) Lessons From the Pacific Islands – Adapting to Climate Change by Supporting Social and Ecological Resilience. *Frontiers in Marine Science, 6,* 289. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00289

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

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

Pino-Perdomo, F. M., y Velásquez-Mosquera, A. F. (2026). Digital technologies in environmental education: Implications for teacher education and professional development. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 22*(1), em2762. https://doi.org/10.29333/ejmste/17673

Ruiz-Mallén, I., Satorras, M., March, H., y Baró, F. (2022). Community climate resilience and environmental education: Opportunities and challenges for transformative learning. *Environmental Education Research, 28*(7), 1088–1107. https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2070602

Capítulo 10. El discurso sobre género y diversidad en los materiales didácticos digitales para la enseñanza secundaria. Una herramienta de análisis

Clara Martínez-Delgado

https://orcid.org/0000-0002-3220-8389, Universitat de València (España)

Resumen: Este capítulo presenta una herramienta de análisis crítico del discurso (ACD) orientada al estudio de los materiales didácticos digitales en la enseñanza secundaria, con especial atención a las representaciones sobre género y diversidad. Partiendo de las teorías críticas del currículum, el trabajo entiende el material didáctico como un dispositivo discursivo a través del cual se articula una selección cultural que produce significado, legitima determinados saberes y configura identidades en el contexto escolar. Metodológicamente, la propuesta se inscribe en los Estudios Críticos del Discurso, articulando la perspectiva tridimensional de Fairclough con el enfoque socio-cognitivo de van Dijk y el enfoque histórico-discursivo de Wodak. A partir de esta intersección, se desarrolla una herramienta estructurada en macrocategorías y microcategorías, aplicada a través de tres fases analíticas (semiótica, práctica discursiva y práctica social) que permiten examinar tanto las presencias como las ausencias en el discurso. El capítulo muestra cómo esta herramienta posibilita analizar de qué modo los materiales didácticos construyen representaciones, naturalizan significados y delimitan las formas de reconocimiento de los sujetos. Asimismo, se destacan sus implicaciones para la práctica docente, al situar al profesorado como agente crítico en la interpretación y cuestionamiento del currículum. En este sentido, el análisis del material didáctico se plantea como una condición necesaria para comprender cómo se produce y legitima el conocimiento escolar.

Palabras clave: análisis crítico del discurso (ACD), currículum, materiales didácticos digitales, género, diversidad.

Abstract: This chapter presents a Critical Discourse Analysis (CDA) tool designed for the study of digital teaching materials in secondary education, with particular attention to representations of gender and diversity. Grounded in critical curriculum theories, the study conceptualises teaching materials as discursive devices through which cultural selection is articulated, producing meaning, legitimising specific forms of knowledge, and shaping identities within the school context. Methodologically, the proposal is situated within Critical Discourse Studies, combining Fairclough's three-dimensional framework with van Dijk's socio-cognitive approach and Wodak's discourse-historical approach. On this basis, an analytical tool is developed, structured around macro and micro categories and applied through three interrelated phases (semiotic analysis, discursive practice, and social practice) which enable the examination of both what is made visible and what remains absent in the discourse. The chapter demonstrates how this tool makes it possible to analyse how teaching materials construct representations, naturalise meanings, and delimit the ways in which subjects are recognised within the classroom. It also highlights its implications for teaching practice, positioning teachers as critical agents in the interpretation and questioning of the curriculum. From this perspective, the critical analysis of teaching materials is understood as a necessary condition for examining how knowledge is produced and legitimised within the school context.

Keywords: critical discourse analysis, curriculum, digital teaching materials, gender, diversity.

1. INTRODUCCIÓN

La selección cultural de la que se nutre el currículum escolar está impregnada de una considerable carga discursiva por la que se transmiten sesgos ideológicos y estereotipos a través de los que el significado textual acaba determinando una comprensión de la realidad y su consecuente práctica social (Alves, 2023; Apple, 2020). Los materiales didácticos y, de un modo hegemónico, el libro de texto (ya sea en su formato tradicional o en sus actuales transformaciones digitales), son el dispositivo que concreta esa selección cultural para el desarrollo curricular en el aula y por tanto, un específico objeto de análisis si la cuestión se sitúa desde la perspectiva del sesgo ideológico y de poder presente en el contenido curricular (Martínez-Delgado, 2025). La finalidad de este capítulo, al proporcionar una herramienta analítica del discurso, es facilitar al analista de las políticas curriculares y al profesorado que las implementa, una comprensión crítica de un contenido cuya selección, marcada de apariencia técnica, oculta a menudo los sesgos ideológicos en el significado. La intensificación de las determinaciones en el puesto de trabajo docente junto a factores estructurales como las elevadas ratios, la movilidad constante o la creciente burocratización de la labor docente (Sola et al., 2020) empujan a los y las docentes de Enseñanza Secundaria a apoyarse en el libro de texto como recurso-guía para la planificación y el desarrollo de su didáctica. En este contexto, parece conveniente proporcionar al profesorado guiones prácticos que le permitan el análisis y la reflexión crítica del recurso didáctico utilizado.

2. MARCO TEÓRICO

La incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el desarrollo curricular, ha permitido modificar considerablemente las prácticas didácticas en el aula, facilitando nuevas posibilidades en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Quintero, 2024; Villar et al., 2025). Tal incorporación ha venido acompañada de investigaciones y reflexiones profesionales relacionadas con el modo en que dicha transformación digital del recurso didáctico reproducía también, como el predecesor impreso, las desigualdades sociales y los estereotipos que las naturalizan. Algunas de estas investigaciones han continuado ocupándose de la representación del género en el material didáctico digital, aunque como señalan Villar et al. (2025) los nuevos materiales ni garantizan la incorporación de la perspectiva de género ni evitan el refuerzo de los roles y estereotipos sexistas. Menos estudiada está todavía la reproducción de determinadas identidades culturales y el silenciamiento u ocultamiento de otras en contextos como la cultura y sociedad rural o las prácticas culturales de tradición popular (Palacios et al., 2021). Por otra parte, la compleja diversidad con la que se encuentra el profesorado de Educación Secundaria en las aulas obliga a la pregunta por el modo en que el material curricular incorpora su reconocimiento y formas de inclusión (Santos y Lorenzo, 2026).

Aunque el campo de investigaciones que problematizan estas cuestiones es amplio, sin embargo, es todavía una ocupación incipiente la utilización y el fundamento del análisis crítico del discurso en los métodos de investigación sobre el material didáctico digital. Los fundamentos teóricos de esta propuesta metodológica y de investigación se basan en el campo de la sociología del conocimiento y de la teoría del discurso que profundizan en el análisis el modo en que la construcción del conocimiento se produce mediante la internalización

de los significados que son socialmente producidos (Berger y Luckmann, 2015; Rezende y Ostermann, 2020). Las formas de simbolización y significación del texto curricular son productoras de conocimiento vinculadas con la regulación y el control ideológico de la práctica social. El material didáctico digital y el libro de texto en particular constituyen el dispositivo discursivo cuyo análisis permite establecer la relación entre la carga semiótica y los significados socialmente producidos en el texto curricular. En el campo de la investigación educativa la perspectiva epistemológica que sostiene este marco teórico se inscribe en la corriente de investigación que toma las teorías críticas y poscríticas como base para la problematización del currículum. En particular, centra la mirada en el nivel en que el contenido es presentado bajo la forma de libro de texto dado que la presentación de la prescripción curricular constituye un espacio estratégico privilegiado para concretar la hegemonía cultural en la escuela (Martínez-Bonafé, 2023).

La propuesta que aquí se presenta sitúa esta labor de análisis en el modo en que el recurso didáctico utilizado soporta y reproduce un discurso, dispositivo por el que el lenguaje del texto acaba conformando comprensiones ideologizadas y determinando prácticas sociales. Tanto en las presencias como en las ausencias textuales, el discurso construye significados que intervienen en la construcción identitaria del alumnado, en la transmisión y consolidación de valores y en las posibilidades de desarrollo del pensamiento crítico.

3. FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA

El presente trabajo se inscribe en un enfoque cualitativo de carácter interpretativo, fundamentado en el análisis crítico del discurso (ACD), que permite examinar los mecanismos mediante los cuales los discursos producen y reproducen significados socialmente construidos (Wodak y Meyer, 2016). Este enfoque posibilita abordar los materiales didácticos digitales no como meros soportes de contenido, sino como prácticas discursivas que participan activamente en la construcción de prácticas sociales llenas de significado. Se toma como referencia principal la propuesta tridimensional de Norman Fairclough, (2023) que se articula con las aportaciones de Teun A. van Dijk (2018) y de Ruth Wodak (Reisigl y Wodak, 2016) dentro del marco más amplio de los Estudios Críticos del Discurso. En este sentido, se incorpora la dimensión socio-cognitiva planteada por van Dijk, que vincula discurso, poder e ideología, así como el enfoque histórico-discursivo de Wodak, que enfatiza la necesidad de contextualizar los procesos de producción e interpretación del discurso en marcos sociales e históricos específicos.

El marco analítico resultante de la intersección de estas perspectivas permite profundizar en las prácticas sociales derivadas de la producción y reproducción de discursos hegemónicos. De este modo, su aplicación resulta particularmente pertinente para el análisis de los materiales didácticos digitales, en tanto que dispositivos de selección y organización cultural del currículum escolar. Si el objetivo es analizar cómo estos materiales sostienen y configuran determinadas identidades de género y construyen un ideario sobre la diversidad, se hace necesario deconstruir el discurso en los elementos semióticos que intervienen en dichos procesos de construcción simbólica.

3.1. El análisis crítico del discurso. Una propuesta interseccionada

La complejidad del objeto de estudio, así como el carácter del problema de investigación planteado, hacen que la adopción de un único modelo analítico resulte limitada. Por este motivo, se opta por un método propio interseccionado que permite combinar distintos niveles de análisis y atender a la naturaleza multidimensional del discurso. En este sentido, la propuesta tridimensional de Fairclough (2023) proporciona una estructura analítica en tres fases que diferencia entre el nivel semiótico (partículas de texto), la práctica discursiva (donde los textos toman significado en los procesos de contextualización) y la práctica social, facilitando el estudio de los procesos mediante los cuales los significados se producen, circulan y se integran en marcos sociales más amplios.

Esta perspectiva se complementa con la aportación socio-cognitiva de van Dijk (2024), que permite incorporar al análisis la relación entre discurso, ideología y cognición, especialmente relevante para comprender los procesos de interiorización de representaciones sociales en contextos educativos. Por su parte, el enfoque histórico-discursivo desarrollado por Wodak (Reisigl y Wodak, 2016) introduce una dimensión contextual imprescindible, al situar el análisis en relación con los marcos históricos, institucionales y culturales en los que se inscriben los textos. Esta perspectiva refuerza la necesidad de interpretar los materiales didácticos digitales no como producciones aisladas, sino como elementos integrados en dinámicas sociales más amplias.

La articulación de estas tres aproximaciones permite configurar un marco metodológico flexible y coherente, adecuado para el análisis de los discursos presentes en los materiales didácticos digitales. Asimismo, posibilita atender tanto a los elementos explícitos del discurso como a aquellos mecanismos implícitos que intervienen en la construcción de significados, entre los que destacan los procesos de visibilización, pero también de ausencia y naturalización de determinadas representaciones sociales.

3.2. El análisis crítico del discurso en los materiales didácticos

Tras definir el marco metodológico, el análisis se orienta hacia la identificación de los mecanismos discursivos mediante los cuales los materiales didácticos digitales construyen y transmiten significados en torno a la diversidad y el género. En este sentido, el interés no recae únicamente en el contenido explícito de los textos, sino el significado que adquiere el discurso en los procesos de significación (...) y que, posteriormente, se traduce en prácticas sociales normalizadas e inscritas en el orden social de la escuela. El análisis se centra, por tanto, en descomponer los libros de texto digitales en unidades significativas que permitan examinar cómo se articulan los significados en las distintas dimensiones del discurso. Esto implica atender tanto a los elementos lingüísticos y semióticos presentes en los textos como a las relaciones que estos establecen entre sí, así como a los marcos interpretativos que contribuyen a generar.

A partir de este planteamiento, la aplicación del análisis se organiza en torno a un proceso estructurado que permite abordar el discurso de forma progresiva. Dicho proceso se articula, como se ha expuesto anteriormente, en tres fases interrelacionadas que se toman del modelo tridimensional de Fairclough: a) el análisis semiótico; b) el análisis de la práctica discursiva; c) el análisis de la práctica social. Esta organización posibilita transitar desde las partículas semió-

ticas del discurso (ya sean textos, imágenes o soportes audiovisuales) hasta su inscripción en prácticas sociales más amplias, permitiendo así comprender qué discursos en torno al género y la diversidad se reproducen en los libros de texto digitales y las significaciones que estos pueden tener en las prácticas sociales inscritas en la escuela.

3.3. La estructura del análisis

El proceso de análisis se organiza a partir de una estructura secuencial que permite abordar de manera progresiva el análisis de los materiales didácticos digitales. Esta estructura responde a la necesidad de articular distintos niveles de análisis que faciliten la comprensión de cómo se construyen los significados en torno al género y la diversidad. El modelo se configura a partir de tres fases interrelacionadas.

En la primera de ellas, el análisis semiótico, se identifican los componentes semióticos presentes en los textos entendiéndolos no solo como el texto, sino también como imágenes y soportes audiovisuales. Este nivel permite aislar las unidades significativas que configuran la base del mensaje. La segunda fase, el análisis de la práctica discursiva, se orienta a la interpretación de estos elementos en función de los contextos de producción, interpretación y uso, permitiendo comprender cómo los significados adquieren sentido en un marco específico, en este caso el sistema de escolarización. Finalmente, en la tercera fase, el análisis de la práctica social, los significados identificados se sitúan en relación con las estructuras sociales y los marcos ideológicos, posibilitando examinar qué discursos se reproducen y cómo estos contribuyen a la configuración de determinadas representaciones sobre el género y la diversidad. Esta organización permite transitar desde las partículas del discurso hasta su proyección en las prácticas sociales, configurando un modelo de análisis coherente y sistemático.

4. LA HERRAMIENTA DE ANÁLISIS

La herramienta de análisis que se presenta se fundamenta en la necesidad de trasladar el enfoque del análisis crítico del discurso al estudio de los materiales didácticos digitales, con el objetivo de examinar los mecanismos mediante los cuales el lenguaje configura determinadas representaciones sobre el género y la diversidad en el ámbito educativo. Desde esta perspectiva, el análisis no se orienta únicamente a describir contenidos, sino a problematizar los procesos de construcción de significado que se inscriben en el discurso y que participan en la producción de prácticas sociales.

Para ello, la propuesta se articula a partir de dos macrocategorías analíticas, género y diversidad, derivadas del objeto de estudio. Estas macrocategorías se despliegan en un conjunto de microcategorías que permiten concretar el análisis y atender a dimensiones específicas de la representación: Cuerpos, Sujetos y género (mujeres / hombres / sujetos no binarios), Ideario sobre el colectivo LGBTIQ+, Sujetos y racialización, Sujetos y clase social, Sujetos y diversidad funcional y Relaciones sexoafectivas. Lejos de constituir una clasificación cerrada, estas categorías operan como entramados analíticos que permiten interrogar el discurso en sus distintos niveles, atendiendo tanto a lo que se hace visible como a aquello que queda invisibilizado. De

este modo, delimitan el campo de observación y orientan una lectura crítica que pone en relación los elementos discursivos con los procesos sociales en los que se inscriben.

La aplicación de la herramienta se organiza en tres fases, tomadas del modelo de ACD propuesto por Fairclough (2023). En una primera fase, de carácter semiótico, se identifica la semiosis (texto, imágenes y soportes audiovisuales) en relación con cada una de las microcategorías. En una segunda fase, centrada en la práctica discursiva, estos elementos se interpretan a partir de una serie de interrogantes que permiten comprender cómo se articulan los significados en contextos concretos de uso. Finalmente, en una tercera fase, los resultados se sitúan en el plano de las prácticas sociales, posibilitando analizar qué discursos se construyen en torno a las dimensiones estudiadas y cómo estos se proyectan en el espacio escolar.

4.1. Fase 1. El análisis semiótico

En la primera fase del análisis se procede a la identificación de los elementos semióticos del objeto de estudio (materiales didácticos digitales) para cada una de las microcategorías definidas. A partir de este primer acercamiento, se descomponen los textos en sus componentes fundamentales (contenido escrito, imágenes y elementos audiovisuales) con el objetivo de reconocer las formas de representación a través de las cuales se construyen los significados. La siguiente tabla recoge el modo en que se organiza este primer nivel de observación, permitiendo sistematizar la identificación de los elementos semióticos en función de las distintas categorías de análisis.

Tabla 1. Fase 1. Análisis semiótico

Cuerpos		
Texto	Imágenes	Soportes audiovisuales
Sujetos y género (mujeres / hombres / sujetos no binarios)		
Texto	Imágenes	Soportes audiovisuales
Ideario sobre el colectivo LGBTIQ+		
Texto	Imágenes	Soportes audiovisuales
Sujetos y racialización		
Texto	Imágenes	Soportes audiovisuales
Sujetos y clase social		
Texto	Imágenes	Soportes audiovisuales
Sujetos y diversidad funcional		
Texto	Imágenes	Soportes audiovisuales
Relaciones sexoafectivas		
Texto	Imágenes	Soportes audiovisuales

4.2. Fase 2. El análisis de la práctica discursiva

Una vez identificados los elementos semióticos en la fase anterior, el análisis se desplaza hacia la interpretación de estos en relación con los contextos en los que adquieren sentido. En esta segunda fase, el interés se sitúa en comprender cómo las formas de representación previamente identificadas se articulan en el discurso y contribuyen a la producción de significados en el ámbito educativo. En este sentido, el análisis se orienta a partir de un conjunto de interrogantes que permiten problematizar los elementos observados y profundizar en los modos en que se construyen determinadas representaciones. Se asume la formulación de preguntas como una herramienta fundamental de investigación, en la línea del Enfoque Histórico del Discurso propuesto por Wodak (Reisigl y Wodak, 2016), donde la interrogación constituye un mecanismo clave para el análisis crítico del discurso en tanto que permite situar los textos en sus contextos de producción y desvelar los significados que en ellos se inscriben.

Estas preguntas no constituyen un cuestionario cerrado, sino que actúan como herramientas de investigación que orientan la lectura crítica del material y facilitan la interpretación de los procesos discursivos en juego. A continuación, se presentan las principales líneas de interrogación organizadas en función de las microcategorías analíticas definidas.

4.2.1. Batería de preguntas sobre los cuerpos

¿Qué adjetivos se usan para referirse a los cuerpos? ¿Se usan los mismos adjetivos para unos cuerpos y para otros? ¿Cómo son los cuerpos más representados en el material didáctico? ¿Responde a un cuerpo hegemónico y normativo? ¿Sucede igual en los cuerpos de hombres que en los de las mujeres? ¿Se usan los mismos adjetivos para los cuerpos de hombres y de mujeres? ¿Se incluyen cuerpos no normativos? ¿Se incluyen cuerpos no binarios? ¿Cómo visten esos cuerpos? ¿Se identifica diversidad de cuerpos, de estilos, de ropa, etc.? ¿Los cuerpos de nuestra aula están representados en el contenido textual, pictórico y audiovisual del material? ¿Hay cuerpos gordos, flacos, altos, bajos, etc. y aparecen de manera normalizada e igualitaria? ¿Se asocia un tipo de cuerpo a alguna enfermedad? ¿Qué idea sobre el cuerpo representa el material analizado?

4.2.2. Batería de preguntas sobre los sujetos y el género

¿Se usan los mismos adjetivos para describir a hombres y a mujeres? ¿Se asocia de manera diferenciada contenido curricular con hombres y/o con mujeres (por ejemplo, STEM con hombres, artes con mujeres, etc.)? ¿Se usa lenguaje inclusivo o se usa el masculino genérico? ¿Se identifican textos y producciones de mujeres? En caso afirmativo, ¿se asocian con alguna efeméride concreta (25N, 8M, día de la mujer y la niña en la ciencia (11 de febrero)), o se integra de manera normalizada en el flujo de contenido? ¿Hay paridad en la representación pictórica en cuanto a género? ¿Cómo se describe en texto, imágenes y contenido audiovisual a mujeres y hombres? ¿Hay identidades no binarias representadas en los textos? ¿Hay producciones elaboradas por sujetos no binarios? ¿El contenido aparece de mujeres y sujetos no binarios aparece en recuadros de ampliación de información? ¿Se proponen actividades de reflexión e investigación en torno a la situación de la mujer en la asignatura en cuestión? ¿Se incorpora contenido con perspectiva coeducativa en el material? ¿Se incorpora contenido para trabajar las diversas identidades de género?

4.2.3. Batería de preguntas sobre el colectivo LGBTIQ+

¿Aparece textualmente referenciado en el material? ¿dDe qué manera se habla de este colectivo? ¿Qué adjetivos se usan? ¿Se emplean palabras despectivas interiorizadas en el lenguaje hegemónico? En caso afirmativo, ¿Se proponen actividades de reflexión al respecto? ¿se representa a un colectivo más que a otro dentro del colectivo LGBTIQ+? ¿Cuándo aparece representado, lo hace cerca de alguna efeméride concreta? ¿Se incluye contenido elaborado por LGBTIQ+ y se hace de manera normalizada en el flujo de contenido? ¿Se identifica representación pictórica? ¿Y audiovisual? ¿Se cuestiona la discriminación a este colectivo (homofobia, transfobia, etc.) y se plantean soluciones o actividades de reflexión crítica al respecto?

4.2.4. Batería de preguntas sobre sujetos y racialización

¿Se incluye contenido elaborado por personas racializadas? ¿Hay el mismo contenido de mujeres racializadas que de hombres racializados? ¿En la representación pictórica hay diversidad entre los sujetos representados? ¿La representación pictórica se asocia con un proceso de exotización de los sujetos (vinculados a una unidad didáctica de "culturas del mundo" o similar)? ¿La realidad de nuestras aulas se ve representada en las imágenes del material? ¿Se invisibiliza a determinados sujetos racializados? ¿A quién? ¿Se cuestiona al racismo como violencia discriminatoria? ¿Se proponen actividades de investigación y reflexión en torno a esta cuestión?

4.2.5. Batería de preguntas sobre sujetos y clase social

¿Se incluye contenido que exponga las situaciones de desigualdad por cuestiones económicas? ¿Se habla de las situaciones de pobreza? En caso afirmativo, ¿cómo se habla de ella? ¿Se criminaliza con el lenguaje (adjetivos, sustantivos, verbos) a las personas en situación de pobreza? ¿Se potencia el discurso de la meritocracia o, por el contrario, se cuestiona y se vincula con otros factores? ¿Se expone la riqueza como una posibilidad para todo el mundo? ¿Se proponen actividades de investigación y reflexión en torno a esta cuestión? ¿En las imágenes y contenido audiovisual, aparecen representados sujetos en situación de pobreza? ¿Y de riqueza? ¿Se muestra una homogeneización de los sujetos representados en cuanto a clase social? ¿La realidad de nuestra aula se ve representada en el material?

4.2.6. Batería de preguntas sobre sujetos y diversidad funcional

¿Se incluye contenido elaborado por personas con diversidad funcional? ¿Qué adjetivos se usan para referirse a este colectivo? ¿Se normaliza la diversidad funcional en las narrativas del material o se hace un tratamiento desde la rareza? ¿Se habla de las personas con diversidad funcional de manera normalizada en el contenido o cerca de alguna efeméride concreta? ¿Las actividades y otras propuestas prácticas incluidas en el material pueden ser elaboradas por todo el grupo clase? ¿Las imágenes integran en el flujo normalizado sujetos con diversidad funcional? ¿Y el audiovisual? ¿Hay paridad en las representaciones de sujetos con diversidad funcional? ¿Se incorporan referentes con diversidad funcional?

4.2.7. Batería de preguntas sobre sujetos y relaciones sexoafectivas

¿Qué tipo de lenguaje escrito se usa para describir las relaciones sexoafectivas que aparecen en el material? ¿Qué adjetivos se utilizan para describir las relaciones entre las personas? ¿Se in-

cluyen parejas diversas (heterosexuales, homosexuales, bisexuales, monógamas, poliamorosas, etc.)? ¿Qué familias se representan en el libro? ¿Aparece más de un tipo de familia representada (heteroparental, homoparental, monoparental, en situación de tutela, orfandad, etc.)? ¿Se proponen actividades sobre relaciones sexoafectivas sanas? y, ¿sobre educación emocional? Y ¿Sobre prevención de violencias y consentimiento? ¿Cómo se representan pictóricamente las relaciones sexoafectivas? ¿Y en el material audiovisual?

4.2.8. Interrogantes generales

Si el libro de texto (ya sea en formato digital o analógico) es la herramienta hegemónica en el proceso de enseñanza-aprendizaje en las aulas, ¿cuál es su efecto discriminador cuando no se representa a todo el mundo? ¿Cuál es su efecto discriminador cuando esa no representación se perpetúa en todas las asignaturas durante todos los cursos de escolarización? ¿Qué sucede con los referentes identitarios de los y las adolescentes? ¿Cómo se incrustan los procesos de negación de la identidad a partir del uso de estos materiales?

4.3. Fase 3. La práctica social

Tras el análisis de los elementos semióticos en la fase 1, en la que se han identificado las distintas partículas del discurso, y su interpretación en la fase 2 a través del análisis de la práctica discursiva, esta tercera fase permite situar los significados en el plano de las prácticas sociales. El interés se centra, aquí, en determinar qué discurso sobre el género y la diversidad se está construyendo a partir del uso de los materiales analizados. Para iniciar esta fase, se retoman las dos macrocategorías iniciales (género y diversidad) con el objetivo de estudiar las significaciones que adquieren los elementos semióticos una vez contextualizados en las fases anteriores, y cómo estas pueden repercutir en la configuración social de los sujetos que utilizan el material analizado. De este modo, el análisis no se limita a describir contenidos, sino que permite poner en relación los elementos discursivos con los marcos sociales e ideológicos en los que se inscriben. El análisis se orienta a partir de las siguientes líneas de interrogación:

Categoría género: ¿cómo el discurso sobre el cuerpo, la racialización, la clase social, las identidades disidentes, la diversidad funcional y las relaciones sexoafectivas contribuye a la construcción de un determinado discurso sobre el género? ¿Qué tipo de discurso se configura? ¿Cómo se proyecta en la práctica social de los sujetos?

Categoría diversidad: ¿cómo el discurso sobre el cuerpo, la racialización, la clase social, las identidades disidentes, la diversidad funcional y las relaciones sexoafectivas contribuye a la construcción de un determinado discurso sobre la diversidad? ¿Qué tipo de discurso se configura? ¿Cómo se proyecta en la práctica social de los sujetos?

Desde esta perspectiva, el análisis permite examinar qué formas de normalidad se producen, qué identidades se legitiman y cuáles se invisibilizan, así como las implicaciones de estos procesos en la construcción de los sujetos en el contexto educativo.

5. DISCUSIONES E IMPLICACIONES

La herramienta de análisis propuesta se inscribe en el marco de las teorías críticas del currículum (Martínez-Bonafé, 2025) al situar el foco en el modo en que la selección cultural que

se concreta en los materiales didácticos participa en la producción de significado y en la configuración de determinadas representaciones sobre el género y la diversidad. En este sentido acompaña preocupaciones e investigaciones anteriores que se han ocupado de la representación de la diversidad social o las políticas de género en los materiales didácticos digitales (Rego-Agraso et al., 2018; Sánchez, 2021). Desde esta perspectiva, el análisis del discurso no se limita a identificar contenidos, sino que permite problematizar los procesos mediante los cuales el conocimiento curricular se construye, se legitima y se presenta como naturalizado en el contexto escolar. La relevancia de esta propuesta analítica permite emancipar los significados socialmente construidos de la tela de araña de lo que se presenta como natural o con una apariencia puramente técnica. La herramienta que aquí se propone facilita la interpretación del contenido de enseñanza como un dispositivo discursivo que, transmitiendo información, conforma identidades. En el caso de nuestro objeto de análisis, la metodología desarrollada permite avanzar en el estudio de los materiales didácticos digitales como dispositivos discursivos a través de los cuales se articulan relaciones de poder y se transmiten determinadas formas sesgadas de entender la realidad.

La articulación de macrocategorías y microcategorías en diálogo con las distintas fases del análisis crítico del discurso permite superar aproximaciones centradas exclusivamente en la presencia o ausencia de determinados contenidos. De este modo, la herramienta posibilita analizar cómo se construyen las representaciones en el discurso del material didáctico, qué elementos se incorporan y cuáles quedan fuera, qué discursos las sostienen y qué implicaciones pueden tener en la práctica educativa. Asimismo, la incorporación del interrogante como eje metodológico del análisis refuerza el carácter crítico de la propuesta, en tanto que permite cuestionar los significados aparentemente neutros del material didáctico y poner en evidencia los mecanismos de naturalización que operan en el discurso. En esta línea, la herramienta se configura no solo como un instrumento de análisis, sino como un dispositivo que posibilita la reflexión crítica sobre el currículum y su concreción en el aula.

Por otra parte, la herramienta sitúa al profesorado frente al material didáctico para pensarlo no como un recurso neutro de apoyo a la práctica docente, sino como un dispositivo en el que se concreta el currículum y que participa en la construcción del conocimiento y en la configuración de las identidades de los sujetos usuarios. En este sentido, su uso posibilita la toma de conciencia sobre el modo en que el currículum selecciona una determinada cultura y los efectos que dicha concreción puede tener en el alumnado. Desde esta perspectiva, se facilita un cambio en la relación del profesorado con el libro de texto desde una lógica de uso pasivo hacia una lógica de análisis y problematización. Esto implica interrogar los materiales más allá de su adecuación curricular o metodológica, atendiendo a cómo construyen significado, qué representaciones incorporan, qué ausencias se detectan y, por tanto, qué discursos se sostienen en dichas selecciones.

En este marco, el profesorado no puede quedar reducido al papel de mediador técnico del material didáctico, sino que se reconoce como sujeto que participa en la reproducción del discurso y, al mismo tiempo, en su posible cuestionamiento. La herramienta abre, así, un espacio de lectura crítica que permite no solo identificar los mecanismos de naturalización presentes en el material, sino también problematizar sus efectos en la construcción de identidades y en

la configuración de lo que se presenta como conocimiento legítimo en la escuela. Situarse en el contexto de los Estudios Críticos del Discurso exige construir una herramienta que no solo permita analizar el discurso existente, sino que invite a cuestionarlo, repensarlo y ampliar sus límites desde la práctica docente. En este sentido, la herramienta no ofrece soluciones cerradas, pero sí sitúa al profesorado ante la posibilidad (y la responsabilidad) de introducir otras miradas, otras voces y otras formas de entender la realidad en el aula.

Analizar el material didáctico implica, en última instancia, interrogar el modo en que el conocimiento escolar se construye y se presenta como legítimo. La herramienta propuesta no ofrece un modelo de corrección del contenido, sino que sitúa el análisis en el terreno del discurso, donde se hacen visibles los mecanismos mediante los cuales se configuran significados, se establecen marcos de normalidad y se delimitan las posibilidades de reconocimiento de los sujetos. Desde esta perspectiva, el análisis crítico del material didáctico no es una tarea complementaria de la práctica docente, sino una condición necesaria para comprender cómo el currículum produce significado y configura determinadas formas de comprensión de la realidad en la escuela.

AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Esta publicación se deriva del proyecto "Los materiales didácticos digitales en la Educación Secundaria Obligatoria. Análisis y propuestas para su uso escolar y sociofamiliar (Secundari@ Digit@l)" (Ref. PID2022-137366OB-I00), aprobado en la Convocatoria de Proyectos de Generación de Conocimiento 2022 y financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER, UE.

REFERENCIAS

Alves, M. (2023). *Currículos: teorias e políticas*. Contexto

Apple, M. W. (2020). Prólogo. En W. Au (Ed.), *Estudios críticos del currículo. Educación, toma de conciencia y políticas del conocimiento* (pp. 11-16). Miño y Dávila editores.

Berger, P. L., y Luckmann, T. (2015). *La construcción social de la realidad*. Amorrortu Editores.

Fairclough, N. (2023). Critical discourse analysis. En J. P. Gee y M. Handford (Eds.), *The Routledge handbook of discourse analysis* (2nd ed., pp. 10–22). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003035244-3

Martínez-Bonafé, J. (2023). El libro de texto en el contexto de reivindicación de lo público. En J. Rodríguez, C. Martínez-Delgado, C. Delgado (Eds.), *Discusiones actuales alrededor del libro de texto escolar* (pp. 155-160). Octaedro.

Martínez-Bonafé, J. (2025). Teorías y pedagogías críticas. Borrador de tesis o postulados de base. Una revisión. En Sáenz-Rico, M. B. (coord) *Transformar la educación. Reflexiones compartidas* (pp. 27-38). Octaedro.

Martínez-Delgado, C. (2025). The relevance of Critical Discourse Studies in the evaluation of teaching materials. En J. Rodríguez, D. Marín y A.L. Sanabria-Mesa (Eds.), *Evaluation of Digital Materials and Resources in Education Analysis and Proposals* (pp. 51-65). McGraw Hill.

Palacios, T., Rodríguez W. A., y Redondo, I. (2021*).* Procesos identitarios en la escuela: tensiones entre la colonialidad y la resistencia*.* En O. A. Jaramillo, J.M. Muriel y I. Redondo (Coords.), *Territorios, comunidades y prácticas una lectura en clave decolonial* (pp. 42-72). Corporación Universidad Libre – Pereira.

Quintero, C. T. (2024). Integración de Tecnologías de la Información y la Comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Entornos Virtuales de Aprendizaje. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, *15*(1), 418–448.

Rego-Agraso, L., Barreira, E. M., y Mariño, R. (2018). La representación de la diversidad social en los materiales didácticos digitales. *@tic revista d'innovació educativa,* 20, 63-*71*. https://doi.org/10.7203/attic.20.12118

Reisigl, M., y Wodak, R. (2016). The discourse-historical approach (DHA). A. R. Wodak y M. Meyer (Eds.), *Methods of critical discourse studies* (3a ed., pp. 23–61). SAGE Publications.

Rezende, F., y Ostermann, F. (2020). Hegemonic and counter-hegemonic discourses in science education from the perspective of a post-critical curriculum theory. Cultural Studies of Science Education *15*, 679–694. https://doi.org/10.1007/s11422-019-09945-8

Sánchez, B. (2021). La formación del profesorado de Educación Primaria en diversidad sexogenérica. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 24*(1), 253-266. https://doi.org/10.6018/reifop.393781

Santos, M., y Lorenzo, M. (eds.). (2026). *La pedagogía intercultural o la gestión educativa de la diversidad cultural. Teoría y praxis*. Octaedro.

Sola, J., Sádaba, I., y Rendueles, C. (2020). Entre la docencia carismática y la burocratización de la enseñanza: las crisis de la sociología y los dilemas de su aprendizaje. Revista Española de Sociología, *29*(2), 419-427. http://dx.doi.org/10.22325/fes/res.2020.25

Van Dijk, T. A. (2018). Sociocognitive discourse studies. En J. Richardson y J. Flowerdew (Eds.), *Handbook of Discourse Analysis* (pp. 26-43). Routledge.

Van Dijk, T. A. (2024). El marco del discurso, la cognición y la sociedad. En A. E. Pérez, A. C. Arellano, K. M. Cárdenas, N. Rosanía (Eds.), *Pragmática, discurso y sociedad en el siglo XXI: realidades emergentes en las Américas* (pp. 54-67). Universidad de Colima.

Villar Varela, M., López Gómez, S., y Dos Santos, J. W. (2025). La representación de género en materiales didácticos digitales de libre acceso: un estudio comparativo entre España y Brasil. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa,* 94, 27-45. https://doi.org/10.21556/edutec.2025.94.4115

Wodak, R., y Meyer, M. (2016). Critical discourse studies: history, agenda, theory and methodology. En R. Wodak y M. Meyer (Eds.), *Methods of Critical Discourse Studies* (3.ª ed., pp. 1–22) SAGE Publications.

Capítulo 11. Rúbricas, autoevaluación y coevaluación en entornos digitales de Formación Profesional: evidencias de un estudio de caso

Jesús Miguel Parra

https://orcid.org/0009-0003-0957-3235, Universidad Autónoma de Madrid

Santiago Rodríguez Fernández

https://orcid.org/0000-0001-9748-2656, Universidad Carlos III de Madrid

Resumen: Este capítulo aporta una lectura específica de la evaluación digital en Formación Profesional a partir del análisis de tres prácticas concretas: el uso de rúbricas, la autoevaluación y la coevaluación. El estudio se basa en una investigación cualitativa realizada en un centro público de la Comunidad de Madrid, con respuestas abiertas de 25 docentes de distintas familias profesionales. El trabajo analiza cómo el profesorado incorpora al alumnado en la valoración, revisión y comprensión de criterios dentro de actividades de evaluación apoyadas digitalmente. Los docentes describen que las rúbricas se emplean principalmente para orientar tareas prácticas y proyectos, mientras que la autoevaluación suele vincularse a cuestionarios, reflexiones breves o actividades desarrolladas en el aula virtual. La coevaluación se menciona con menos frecuencia y, cuando se utiliza, necesita pautas claras y seguimiento del profesorado para evitar comentarios superficiales. En conjunto, las respuestas apuntan a que estas prácticas resultan más útiles cuando el alumnado sabe qué se va a valorar, recibe indicaciones durante la tarea y trabaja con actividades próximas a su perfil profesional.

Palabras clave: rúbricas, autoevaluación, coevaluación, evaluación digital, formación profesional.

Abstract: This chapter focuses on a specific aspect of digital assessment in Vocational Education and Training: the use of rubrics, self-assessment and peer assessment. It draws on a qualitative study carried out in a public VET centre in the Community of Madrid, with open-ended responses from 25 teachers from different vocational fields. The analysis examines how teachers involve students in assessing work, reviewing their own learning and understanding assessment criteria within digitally supported assessment processes. Rubrics are mainly used to guide practical tasks and project work. Self-assessment is usually linked to questionnaires, brief reflections or activities carried out in the virtual classroom. Peer assessment is mentioned less often and, when used, needs clear guidelines and teacher support to avoid superficial comments. Overall, the responses suggest that these practices are more useful when students know what will be assessed, receive guidance during the task and work on activities related to their vocational field.

Keywords: rubrics, self-assessment, peer assessment, digital assessment, vocational education and training.

1. INTRODUCCIÓN

En Formación Profesional, las herramientas digitales han cambiado la forma de organizar tareas, recoger trabajos y hacer seguimiento del aprendizaje. Este cambio se observa especialmente en la evaluación cotidiana, donde las aulas virtuales, los formularios, los documentos compartidos o las rúbricas digitales permiten gestionar actividades prácticas y proyectos con mayor continuidad. Sin embargo, digitalizar una actividad evaluable no garantiza una mejora de la evaluación. El interés pedagógico de estas herramientas depende de cómo se integran en las tareas, de la claridad de los criterios y de la participación del alumnado en el proceso evaluativo.

A partir de esta cuestión, el capítulo analiza tres prácticas evaluativas que aparecen con frecuencia en entornos digitales de Formación Profesional: las rúbricas, la autoevaluación y la coevaluación. Para ello, se toma como base un estudio cualitativo realizado en un centro público de la Comunidad de Madrid, a partir de respuestas abiertas de 25 docentes de distintas familias profesionales. Las respuestas permiten describir cómo estas estrategias se concretan en la evaluación cotidiana apoyada digitalmente.

Los trabajos recientes sobre evaluación digital insisten en la necesidad de integrar la tecnología con objetivos, tareas, criterios y retroalimentación. Jurāne-Brēmane (2024) señala que la evaluación digital requiere esa coherencia para que la tecnología no se limite a automatizar procesos ya existentes. Pusa y Dinçer (2025) llegan a conclusiones similares al mostrar que las herramientas de evaluación digital pueden facilitar la recogida y organización de trabajos, tareas o registros de aprendizaje, pero también generan dificultades cuando no se integran con criterios claros y con una orientación pedagógica suficiente. Esto es especialmente relevante en Formación Profesional, donde las tareas suelen vincularse a procedimientos, proyectos y situaciones próximas al perfil profesional del alumnado.

Las rúbricas resultan especialmente relevantes en este tipo de evaluación porque permiten explicitar criterios y niveles de desempeño. En tareas prácticas o proyectos, pueden ayudar a que el alumnado comprenda qué se espera de su trabajo y cómo puede mejorarlo. Cuando se emplean en entornos digitales, además, facilitan el seguimiento del proceso y la devolución de información. Panadero et al. (2025) muestran que las e-rúbricas no deben entenderse solo como tablas trasladadas a una plataforma, sino como herramientas que pueden favorecer la transparencia y el uso formativo de la evaluación. En el ámbito de las competencias vinculadas a la empleabilidad, Sánchez-Ramírez et al. (2022) muestran cómo una rúbrica puede diseñarse y validarse para valorar competencias relacionadas con la empleabilidad y el desempeño profesional.

La autoevaluación introduce otra dimensión del problema. Su finalidad no debería reducirse a que el alumnado complete un cuestionario o asigne una puntuación a su propio trabajo. Su valor está en favorecer la revisión del aprendizaje, la identificación de dificultades y la comprensión de los criterios de calidad. Yan y Carless (2022) subrayan que la autoevaluación requiere que el alumnado sepa interpretar la información que recibe sobre su trabajo y utilizarla para mejorar. Nieminen et al. (2025) insisten, además, en que la autoevaluación en entornos digitales debe diseñarse de forma que el alumnado participe de manera activa en la revisión de su aprendizaje, en lugar de limitarse a rellenar cuestionarios o asignarse una puntuación sin una reflexión posterior.

La coevaluación plantea dificultades específicas en este contexto. Puede ayudar al alumnado a valorar trabajos ajenos, justificar sus apreciaciones y comprender mejor los criterios de una tarea. Pero no funciona por sí sola. Si no hay una guía clara, las valoraciones entre iguales pueden quedarse en comentarios superficiales o poco útiles. La revisión de Panadero et al. (2023) muestra que la evaluación entre iguales está condicionada por factores como la confianza, la percepción de justicia, la seguridad para emitir juicios y la relación entre los participantes. Power y Tanner (2023) sugieren que la viabilidad de combinar autoevaluación, coevaluación y retroalimentación depende del diseño de la tarea, de la claridad de los criterios y del modo en que se organiza la información resultante.

Estas prácticas también se relacionan con la forma en que el alumnado comprende los criterios y utiliza la información que recibe sobre su trabajo. No basta con ofrecer comentarios sobre una tarea; es necesario que pueda entenderlos y usarlos para mejorar. Carless y Winstone (2023) señalan que este proceso depende tanto del diseño docente como de la capacidad del alumnado para interpretar la retroalimentación, y Little et al. (2024) muestran que esta capacidad puede desarrollarse mediante actividades dirigidas a que el alumnado comprenda y utilice mejor la retroalimentación recibida. Esta idea refuerza la importancia de preparar al alumnado para participar en procesos de autoevaluación y coevaluación.

Este estudio analiza el uso de rúbricas, autoevaluación y coevaluación en actividades evaluativas apoyadas digitalmente dentro de la Formación Profesional, atendiendo a cómo estas estrategias se incorporan a tareas y proyectos vinculados al perfil profesional del alumnado.

2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

El estudio se articula en torno a tres preguntas de investigación orientadas a comprender cómo se concreta la evaluación digital en prácticas docentes específicas de Formación Profesional. PI1. ¿Cómo describe el profesorado de Formación Profesional el uso de rúbricas en actividades prácticas y proyectos apoyados en entornos digitales? PI2. ¿Qué presencia tienen la autoevaluación y la coevaluación en las prácticas evaluativas declaradas por el profesorado? PI3. ¿Qué dificultades prácticas identifica el profesorado en el uso de rúbricas, autoevaluación y coevaluación en entornos digitales?

3. MÉTODO

3.1. Enfoque metodológico

La investigación adopta un enfoque cualitativo mediante un estudio de caso desarrollado en un centro público de Formación Profesional de la Comunidad de Madrid. El estudio de caso resulta adecuado cuando se pretende analizar un fenómeno educativo situado en su contexto real, especialmente cuando interesa comprender prácticas concretas más que generalizar resultados de forma estadística (Yin, 2018). En este estudio, el foco se sitúa en cómo el profesorado describe el uso de determinadas estrategias evaluativas en su práctica docente. En concreto, se analiza el uso de rúbricas, autoevaluación y coevaluación en actividades evaluativas apoyadas en entornos digitales.

El trabajo se basa en una revisión de los fragmentos de respuesta relacionados con la evaluación apoyada digitalmente, recogidos en el marco de un estudio más amplio sobre Formación

Profesional. Para este análisis se seleccionaron únicamente los fragmentos relacionados con rúbricas, autoevaluación, coevaluación, criterios de evaluación y participación del alumnado en la valoración de las tareas. De este modo, el análisis se orienta a describir prácticas evaluativas concretas a partir de los fragmentos seleccionados.

El corpus de partida estuvo formado por las 25 respuestas completas al cuestionario. Para este capítulo se aislaron los fragmentos que contenían referencias explícitas a rúbricas, autoevaluación, coevaluación, criterios de evaluación o participación del alumnado en la valoración de tareas.

El subcorpus resultante se delimitó a partir de los fragmentos directamente relacionados con las preguntas de investigación, sin incorporar respuestas ajenas al foco del análisis.

3.2. Participantes

Participaron 25 docentes de Formación Profesional de un centro público de la Comunidad de Madrid. La selección fue intencional, ya que se buscaba recoger la perspectiva de profesorado con experiencia directa en actividades prácticas, proyectos y procesos de evaluación del alumnado.

Los docentes pertenecían a distintas familias profesionales, lo que permitió reunir respuestas procedentes de contextos formativos variados. Esta variedad de familias profesionales ayuda a entender mejor las respuestas, porque en Formación Profesional las actividades evaluables pueden adoptar formas distintas: tareas prácticas, trabajos del alumnado o actividades en las que se valora cómo aplica lo aprendido a situaciones próximas al perfil profesional. Por eso, la mención a las familias profesionales se utiliza solo para contextualizar las respuestas, no para comparar especialidades.

3.3. Instrumento de recogida de información

La información se recogió mediante un cuestionario abierto en línea. Este tipo de instrumento puede resultar útil en investigaciones cualitativas cuando se busca obtener respuestas escritas, reflexivas y comparables sobre experiencias concretas de los participantes (Braun et al., 2021). En este caso, el cuestionario permitió recoger descripciones del profesorado sobre sus prácticas evaluativas, sin reducir las respuestas a opciones cerradas o puntuaciones previamente definidas.

El cuestionario incluía preguntas abiertas sobre el uso de tecnologías digitales en la enseñanza y la evaluación, así como sobre la organización de tareas y la participación del alumnado en procesos evaluativos. Dado el foco de este capítulo, se revisaron únicamente las respuestas relacionadas con rúbricas, criterios de evaluación, autoevaluación, coevaluación y dificultades asociadas a estas prácticas.

3.4. Procedimiento

El cuestionario se distribuyó en formato digital durante el curso académico 2024/25. La participación fue voluntaria y las respuestas se recogieron de forma anónima. Antes de responder, el profesorado fue informado del objetivo general del estudio y del tratamiento confidencial

de la información. Una vez recogidas las respuestas, se revisó el material para localizar los fragmentos vinculados específicamente con evaluación digital. Después se seleccionaron las unidades de significado relacionadas con rúbricas, autoevaluación, coevaluación y criterios de evaluación.

Primero se leyeron todas las respuestas. Después se seleccionaron los fragmentos vinculados a prácticas evaluativas y se organizaron en torno a las tres prácticas centrales del estudio: rúbricas, autoevaluación y coevaluación. Esa revisión permitió identificar usos frecuentes, diferencias en la aplicación y dificultades señaladas por el profesorado. Finalmente, se seleccionaron algunas citas breves para ilustrar los resultados.

3.5. Tratamiento de la información

El análisis tuvo un carácter temático y descriptivo. Este enfoque permite identificar patrones de significado dentro de un conjunto de datos cualitativos y resulta adecuado cuando se pretende organizar las respuestas en torno a categorías vinculadas a las preguntas de investigación (Kiger y Varpio, 2020). En este caso, las categorías utilizadas fueron: uso de rúbricas, autoevaluación, coevaluación y dificultades prácticas en la evaluación digital. Estas categorías se derivan de las preguntas de investigación y ordenan el análisis con una finalidad descriptiva.

La organización inicial de las categorías fue deductiva, a partir de las preguntas de investigación, y la identificación de usos y dificultades dentro de cada categoría se ajustó mediante lecturas iterativas del subcorpus.

En esas lecturas se revisó la relación entre los fragmentos seleccionados, las categorías de análisis y las preguntas de investigación, agrupando las respuestas que expresaban usos similares, diferencias en la aplicación o dificultades recurrentes.

La codificación se realizó atendiendo a unidades de significado relacionadas con las prácticas evaluativas declaradas por el profesorado. Este procedimiento permitió agrupar fragmentos similares y diferenciar usos, ejemplos y dificultades asociados a cada práctica, mediante una codificación cualitativa orientada a ordenar e interpretar los datos de forma sistemática (Saldaña, 2021).

Las citas textuales incluidas en el apartado de resultados se identifican mediante códigos globales de participante, del D01 al D25, acompañados de la familia profesional correspondiente. Estos códigos se utilizan solo para preservar el anonimato y situar las respuestas por familia profesional; no indican jerarquía, orden de importancia ni comparación entre especialidades. Se han seleccionado fragmentos breves e ilustrativos, con el único objetivo de apoyar la descripción de los resultados.

4. RESULTADOS

En las respuestas aparecen tres focos claros relacionados con la evaluación digital: el uso de rúbricas, la incorporación de la autoevaluación y la presencia de la coevaluación. Los resultados recogen las prácticas descritas por el profesorado y las dificultades que este identifica al aplicarlas. Se busca mostrar cómo las rúbricas, la autoevaluación y la coevaluación aparecen en actividades evaluativas apoyadas en entornos digitales dentro de distintos contextos de Formación Profesional.

4.1. Uso de rúbricas en actividades prácticas y proyectos

Las rúbricas aparecen en las respuestas como instrumentos asociados principalmente a tareas prácticas, proyectos y actividades en las que el alumnado debe producir una evidencia evaluable. Su uso se vincula a la necesidad de clarificar criterios y orientar el trabajo antes de la entrega final. Las rúbricas no se presentan únicamente como herramientas de calificación, sino como apoyos para que el alumnado comprenda mejor qué aspectos de la tarea serán valorados.

Algunos docentes relacionan el uso de rúbricas con actividades en las que el alumnado participa también en procesos de evaluación entre iguales. Un docente de la familia de Energía y Agua señala: "Yo he utilizado la coevaluación o evaluación por pares, como refuerzo, utilizando una rúbrica" (D01, Energía y Agua). El fragmento ilustra un uso de la rúbrica como guía para apoyar la valoración entre compañeros, aunque esta práctica no aparece de forma homogénea en todas las respuestas analizadas.

Las rúbricas también se asocian a tareas en las que el alumnado debe comparar trabajos, justificar valoraciones o identificar aspectos de mejora. En una respuesta de la familia de Electrónica se indica que, en determinados trabajos, "los alumnos que atendían la presentación debían evaluar a sus compañeros y esa nota global tenía peso en la nota final del trabajo" (D25, Electrónica). En este caso, la rúbrica funciona como referencia para orientar la evaluación de presentaciones o trabajos realizados por otros compañeros.

Las respuestas no muestran un uso homogéneo de las rúbricas: mientras algunos docentes las emplean para organizar la evaluación de proyectos o actividades prácticas, otros no hacen referencia a su utilización o no las sitúan como un elemento habitual de su práctica evaluativa. Por tanto, las rúbricas tienen una presencia relevante en el material analizado, aunque no aparecen como una práctica plenamente consolidada en todas las respuestas.

4.2. Autoevaluación en entornos digitales

En las respuestas, la autoevaluación aparece de forma variable. Algunos docentes la vinculan con cuestionarios, actividades del aula virtual o ejercicios breves de reflexión sobre el propio aprendizaje. En estos casos, se usa para que el alumnado revise su progreso y tome conciencia de lo aprendido.

Un docente de Instalación y Mantenimiento explica: "La autoevaluación la utilizo en cuestionarios creados en el aula virtual. La coevaluación no la utilizo" (D11, Instalación y Mantenimiento). El fragmento diferencia claramente autoevaluación y coevaluación, y muestra que el aula virtual puede facilitar la primera sin que necesariamente se incorpore la segunda.

Otros docentes destacan el valor reflexivo de la autoevaluación. Una respuesta de la familia de Sanidad señala que se utiliza "para que el alumno analice su propio aprendizaje" (D16, Sanidad). La cita sitúa la autoevaluación más allá de la calificación y la vincula con la revisión del propio proceso de aprendizaje.

Sin embargo, la autoevaluación tampoco aparece como una práctica sistemática en todas las respuestas. Algunos docentes afirman no utilizarla, otros la emplean de forma puntual y algunos la consideran una posibilidad interesante, pero aún no incorporada de manera estable a su práctica habitual. Esta variación indica que la autoevaluación no ocupa todavía un lugar estable en todas las prácticas declaradas.

4.3. Coevaluación y evaluación entre iguales

La coevaluación aparece con menor regularidad que la autoevaluación en el material analizado. Cuando se menciona, suele estar vinculada a trabajos en grupo, presentaciones, proyectos o actividades en las que el alumnado debe valorar el trabajo de sus compañeros. En estos casos, algunos docentes le atribuyen utilidad para fomentar la responsabilidad, contrastar criterios y reconocer la dificultad de evaluar.

Una respuesta de Electrónica resume esta idea al señalar que la coevaluación "favorece el trabajo en grupo, propicia la responsabilidad del alumno, ven la dificultad de evaluar" (D22, Electrónica). Esta cita sugiere que la coevaluación no se limita a asignar una calificación, sino que también puede ayudar al alumnado a comprender mejor los criterios de evaluación al aplicarlos al trabajo de sus compañeros.

4.4. Dificultades prácticas en la evaluación digital

El material analizado apunta a tres límites principales: el uso todavía poco sistemático de estas estrategias, la coexistencia con procedimientos no digitales y la necesidad de orientar al alumnado durante el proceso evaluativo. En algunos casos, el profesorado utiliza plataformas o recursos digitales para organizar contenidos y tareas, pero mantiene ciertos procedimientos evaluativos en formatos más tradicionales.

La coevaluación no siempre se aplica en formato digital y algunos docentes indican que no utilizan herramientas específicas para desarrollarla. En alguna respuesta se observa que la autoevaluación o la coevaluación no siempre se desarrollan en formato digital, sino que en ocasiones se mantienen mediante procedimientos más tradicionales (D14, Sanidad). Este dato matiza la presencia de la evaluación digital: el uso de tecnología en la enseñanza no implica necesariamente que todas las prácticas evaluativas se hayan digitalizado.

Asimismo, algunas respuestas muestran reservas sobre el impacto de estas estrategias en el aprendizaje. Un docente de Mantenimiento de Vehículos indica: "No está muy claro que mejore el rendimiento de los alumnos" (D19, Mantenimiento de Vehículos). Esta percepción introduce una reserva práctica sobre su utilidad en algunas actividades cuando no existe una conexión clara con la mejora del aprendizaje.

También aparece de forma recurrente la necesidad de que el profesorado acompañe el proceso. En el material analizado, la autoevaluación y la coevaluación aparecen vinculadas a la necesidad de criterios comprensibles y de una explicación previa para que el alumnado pueda valorar su propio trabajo o el de sus compañeros de forma útil.

En conjunto, el material muestra que las tres estrategias no aparecen con la misma frecuencia ni con el mismo grado de desarrollo. Las rúbricas se vinculan sobre todo a tareas prácticas y proyectos; la autoevaluación, a cuestionarios, reflexiones y actividades del aula virtual; y la coevaluación, de forma más irregular, a situaciones en las que el alumnado valora trabajos de sus compañeros.

5. DISCUSIÓN

Los resultados apuntan a que la evaluación digital no depende solo de la herramienta utilizada, sino de cómo se organizan las tareas, los criterios y la participación del alumnado. Esta idea se

relaciona con trabajos recientes que subrayan la necesidad de conectar herramientas, criterios, tareas y retroalimentación para que la tecnología tenga una función pedagógica clara (Jurāne-Brēmane, 2024; Pusa y Dinçer, 2025). En Formación Profesional, esto resulta especialmente importante porque muchas tareas se valoran a partir de productos, procedimientos o evidencias de desempeño que necesitan criterios observables. Este planteamiento es coherente con los estudios sobre e-rúbricas, que destacan su utilidad para favorecer la transparencia evaluativa y la retroalimentación cuando se integran en el proceso de aprendizaje (Panadero et al., 2025), y con trabajos centrados en competencias relacionadas con la empleabilidad (Sánchez-Ramírez et al., 2022).

El uso variable de la autoevaluación muestra que su incorporación digital no depende solo de disponer de cuestionarios o actividades en el aula virtual. Su sentido formativo aparece cuando se orienta a revisar el propio desempeño y a comprender mejor los criterios de evaluación, no cuando se reduce a responder preguntas o asignarse una puntuación sin una reflexión posterior. Esta idea coincide con trabajos que entienden la autoevaluación como una práctica en la que el alumnado no solo recibe información sobre su trabajo, sino que aprende a interpretarla y a utilizarla para mejorar, también en entornos digitales (Yan y Carless, 2022; Nieminen et al., 2025).

La coevaluación aparece con menor frecuencia en el corpus y, por ello, conviene interpretarla con prudencia. Aun así, las respuestas que la mencionan muestran que la valoración de trabajos ajenos requiere criterios, ejemplos y pautas claras para evitar comentarios superficiales. Esta idea se relaciona con la literatura sobre evaluación entre iguales, que señala la influencia de factores como la confianza, la percepción de justicia o la seguridad para emitir juicios (Panadero et al., 2023). En Formación Profesional, donde las tareas suelen estar vinculadas a desempeños prácticos, los comentarios entre iguales pueden requerir apoyos explícitos que ayuden a conectar las valoraciones con los criterios de la tarea (Brands et al., 2025).

Las dificultades identificadas apuntan a que estas estrategias no ayudan al aprendizaje por el mero hecho de incorporarse a un entorno digital. Su utilidad depende de que el alumnado entienda qué se espera de la tarea y cómo puede aplicar esa referencia al valorar su propio trabajo o el de sus compañeros. En este contexto, el profesorado no solo utiliza herramientas digitales, sino que también ayuda a hacer comprensible la evaluación durante la tarea, en línea con los planteamientos de Carless y Winstone (2023).

En conjunto, los resultados indican que las rúbricas, la autoevaluación y la coevaluación pueden contribuir al carácter formativo de la evaluación digital cuando se integran en tareas prácticas con criterios explícitos y comprensibles. La tecnología puede facilitar la organización de tareas y la gestión de evidencias, pero estas estrategias cobran más sentido cuando ayudan al alumnado a revisar su trabajo, comprender los criterios y relacionar la actividad con situaciones próximas a su formación profesional.

6. CONCLUSIONES

Este estudio ha analizado el uso de rúbricas, autoevaluación y coevaluación en prácticas de evaluación digital desarrolladas por docentes de Formación Profesional, a partir de un caso situado en un centro público de la Comunidad de Madrid. Las respuestas abiertas de 25 docentes permiten identificar una presencia desigual de estas estrategias. En el caso analizado, las rúbricas

tienen una función más clara en la orientación de tareas y proyectos; la autoevaluación aparece vinculada a actividades de revisión del propio aprendizaje; y la coevaluación se incorpora de forma más irregular.

Las respuestas analizadas sugieren que el uso de recursos digitales no implica automáticamente un enfoque formativo de la evaluación. Para que estas prácticas tengan sentido formativo, resultan especialmente importantes unos criterios comprensibles, la orientación docente durante el proceso y la relación de las tareas con situaciones próximas al ámbito profesional. Esta conclusión coincide con investigaciones recientes que subrayan la importancia de la retroalimentación, la comprensión de criterios y el diseño pedagógico de las prácticas evaluativas (Little et al., 2024; Panadero y Lipnevich, 2022).

Desde el punto de vista práctico, los resultados apuntan a la conveniencia de reforzar el uso guiado de rúbricas en tareas prácticas y proyectos, ofrecer pautas claras para la autoevaluación y preparar al alumnado antes de introducir procesos de coevaluación. Estas estrategias pueden ayudar a que la evaluación digital no se limite a recoger evidencias o gestionar calificaciones, sino que favorezca la comprensión de criterios, la revisión del trabajo y una participación más activa del alumnado en tareas vinculadas a su formación profesional.

El estudio presenta algunas limitaciones. Se trata de un estudio de caso desarrollado en un único centro, por lo que los resultados no pretenden generalizarse a toda la Formación Profesional. Además, los datos proceden de respuestas abiertas del profesorado, por lo que futuras investigaciones podrían incorporar observaciones de aula, análisis de tareas evaluativas o producciones del alumnado. Con estas limitaciones, la investigación ofrece una aproximación empírica situada al uso de rúbricas, autoevaluación y coevaluación en actividades de evaluación apoyadas digitalmente en Formación Profesional.

REFERENCIAS

Brands, S., Kollöffel, B., Savelsbergh, E., y Endedijk, M. (2025). Supporting peer feedback formulation in a video-based digital platform in technical vocational education. *International Journal of Vocational Education Studies, 2*(1), 69-86. https://doi.org/10.14361/ijves-2025-020104

Braun, V., Clarke, V., Boulton, E., Davey, L., y McEvoy, C. (2021). The online survey as a qualitative research tool. *International Journal of Social Research Methodology, 24*(6), 641-654. https://doi.org/10.1080/13645579.2020.1805550

Carless, D., y Winstone, N. E. (2023). Teacher feedback literacy and its interplay with student feedback literacy. *Teaching in Higher Education, 28*(1), 150-163. https://doi.org/10.1080/13562517.2020.1782372

Jurāne-Brēmane, A. (2024). Developing pedagogical principles for digital assessment. *Education Sciences, 14*(10), 1067. https://doi.org/10.3390/educsci14101067

Kiger, M. E., y Varpio, L. (2020). Thematic analysis of qualitative data: AMEE Guide No. 131. *Medical Teacher, 42*(8), 846-854. https://doi.org/10.1080/0142159X.2020.1755030

Little, T., Dawson, P., Boud, D., y Tai, J. (2024). Can students' feedback literacy be improved? A scoping review of interventions. *Assessment & Evaluation in Higher Education, 49*(1), 39-52. https://doi.org/10.1080/02602938.2023.2177613

Nieminen, J. H., Yan, Z., y Boud, D. (2025). Self-assessment design in a digital world: Centring student agency. *Assessment & Evaluation in Higher Education, 50*(5), 732-746. https://doi.org/10.1080/02602938.2025.2467647

Panadero, E., Alqassab, M., Fernández Ruiz, J., y Ocampo, J. C. (2023). A systematic review on peer assessment: Intrapersonal and interpersonal factors. *Assessment & Evaluation in Higher Education, 48*(8), 1053-1075. https://doi.org/10.1080/02602938.2023.2164884

Panadero, E., Fernández-Ortube, A., Krebs, R., y Roelle, J. (2025). Analysis of online rubric platforms: Advancing toward erubrics. *Assessment & Evaluation in Higher Education, 50*(1), 31-49. https://doi.org/10.1080/02602938.2024.2345657

Panadero, E., y Lipnevich, A. A. (2022). A review of feedback models and typologies: Towards an integrative model of feedback elements. *Educational Research Review, 35*, 100416. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100416

Power, J. R., y Tanner, D. (2023). Peer assessment, self-assessment, and resultant feedback: An examination of feasibility and reliability. European Journal of *Engineering Education, 48*(4), 615-628. https://doi.org/10.1080/03043797.2023.2185769

Pusa, E. T., y Dinçer, S. (2025). A meta-synthesis study on the use of e-assessment tools in education. *Sage Open, 15*(3), 1-18. https://doi.org/10.1177/21582440251360495

Saldaña, J. (2021). *The coding manual for qualitative researchers* (4.ª ed.). Sage.

Sánchez-Ramírez, J. M., Íñigo-Mendoza, V., Marcano Lárez, B., y Romero-García, C. (2022). Design and validation of an assessment rubric of relevant competencies for employability. *Journal of Technology and Science Education, 12*(2), 426-439. https://doi.org/10.3926/jotse.1397

Yan, Z., y Carless, D. (2022). Self-assessment is about more than self: The enabling role of feedback literacy. *Assessment & Evaluation in Higher Education, 47*(7), 1116-1128. https://doi.org/10.1080/02602938.2021.2001431

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6.ª ed.). Sage.

Capítulo 12. Marco competencial de IA de la UNESCO y orientación estratégica del INTEF

Moisés Moreno Rando

https://orcid.org/0009-0002-3322-1646, Universidad Alicante (España)

Resumen: La rápida expansión de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en educación exige redefinir las competencias del profesorado y de los roles de gestión. En este contexto, el Marco de Competencias de IA para Docentes de la UNESCO (2024) ofrece una referencia internacional para orientar los conocimientos, habilidades y valores necesarios en la era algorítmica. Este estudio propone un modelo teórico-práctico para alinear las directrices del INTEF en España con las cinco dimensiones y los tres niveles de progresión establecidos por la UNESCO. Mediante una metodología de Mapeo Competencial Estructurado, se relacionan dichas competencias con las necesidades operativas de cuatro perfiles clave —Dirección e Inspección, Orientación, Gestión Administrativa y Familias y Tutores— en cinco etapas educativas: Infantil, Primaria, ESO, Bachillerato y Formación Profesional. Los resultados muestran que, aunque la Pedagogía de la IA es central para la práctica docente, la Ética de la IA se configura como la competencia transversal más relevante para el liderazgo y la gobernanza educativa. En especial, los perfiles de Dirección e Inspección deben alcanzar niveles avanzados para asegurar cumplimiento normativo, transparencia y reducción de sesgos. Se concluye que la formación debe ser modular, contextualizada y diferenciada según etapas y funciones, favoreciendo una integración responsable, ética y efectiva de la IA en el sistema educativo.

Palabras clave: IA, competencias IA, IA Generativa, orientación IA.

Abstract: The rapid expansion of Generative Artificial Intelligence (GenAI) in education requires a redefinition of the competencies of teachers and management roles. In this context, UNESCO's AI Competency Framework for Teachers (2024) provides an international reference for the knowledge, skills, and values needed in the algorithmic era. This study proposes a theoretical-practical model to align Spain's INTEF guidelines with UNESCO's five dimensions and three progression levels. Using a Structured Competency Mapping methodology, the study links these competencies to the operational needs of four key profiles—School Leadership and Inspection, Guidance, Administrative Management, and Families and Tutors—across five educational stages: Early Childhood Education, Primary Education, Compulsory Secondary Education, Baccalaureate, and Vocational Education and Training. The findings show that, although AI Pedagogy is central to classroom practice, AI Ethics emerges as the most relevant cross-cutting competency for educational leadership and governance. In particular, School Leadership and Inspection roles must achieve advanced levels to ensure regulatory compliance, transparency, and bias mitigation. The study concludes that training must be modular, contextualized, and differentiated according to educational stages and professional roles, promoting the responsible, ethical, and effective integration of AI in the education system.

Keywords: AI, AI competencies, Generative AI, AI guidance.

1. INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) representa una de las transformaciones tecnológicas más profundas de la historia reciente, impactando todos los sectores de la sociedad, incluyendo la educación (Bond et al., 2019). La rápida evolución de los Modelos de Lenguaje de Gran Tamaño (LLMs) y la IA generativa (IAG) ha impuesto la urgencia de redefinir el rol tradicional del docente (UNESCO, 2023). Este imperativo no solo se refiere a la adquisición de habilidades técnicas, sino también a la consolidación de un marco ético y humanista que garantice que la tecnología sirva al fortalecimiento de las capacidades humanas (Holmes et al., 2022).

A nivel internacional, el impulso para integrar la IA de manera responsable está intrínsecamente ligado al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4, que busca garantizar una educación inclusiva y equitativa y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos (UNESCO, 2019). Dentro de este contexto, la IA desempeña un doble papel estratégico en los sistemas educativos. En primer lugar, actúa como una herramienta de gestión capaz de simplificar y mejorar la eficiencia de las tareas administrativas en los centros, desde la programación hasta la gestión de calificaciones (INTEF, 2024). En segundo lugar, y más significativamente, la IA se consolida como una palanca pedagógica capaz de enriquecer la experiencia de aprendizaje a través de la personalización, los sistemas de tutoría inteligentes y la adaptación del contenido a las preferencias y capacidades individuales de los estudiantes (Luckin et al., 2016). Para capitalizar este potencial sin comprometer los valores fundamentales de la educación, se requiere una guía competencial clara para los educadores.

La UNESCO, reconociendo la necesidad de llenar el vacío en la orientación para los educadores, publicó en 2024 el Marco de Competencias de IA para Docentes (UNESCO, 2024). Este documento se erige como una referencia global esencial, proporcionando una estructura para definir el conocimiento, las habilidades y los valores que los docentes deben dominar. El marco está diseñado con los principios rectores de proteger los derechos del profesorado, mejorar la agencia humana y promover la sostenibilidad (UNESCO, 2024).

El marco se estructura en cinco dimensiones interconectadas y quince competencias, diseñadas para guiar el desarrollo de programas de formación nacionales (UNESCO, 2024): a) Mente Centrada en el Ser Humano (D1): Esta dimensión fundamental promueve que la IA debe complementar la labor del docente y potenciar las capacidades humanas, no reemplazarlas. Los docentes deben comprender el impacto de la IA en el bienestar y la dignidad del alumnado; b) Ética de la IA (D2): Se enfoca en la necesidad crítica de proteger los derechos humanos, la privacidad, la protección de datos (RGPD), la equidad y la sostenibilidad ambiental (UNESCO, 2024). Requiere que los docentes sean capaces de evaluar críticamente las herramientas de IA, asegurando que no perpetúen sesgos; c) Fundamentos y Aplicaciones de la IA (D3): Cubre el conocimiento conceptual de los sistemas de IA, incluyendo LLMs e IA generativa, y su uso práctico y eficaz en el entorno educativo (UNESCO, 2023); d) Pedagogía de la IA (D4): Se centra en la integración de la IA en la enseñanza y el aprendizaje para mejorar los resultados. Incluye la selección de herramientas adecuadas y la exploración de actividades pedagógicas mejoradas con IA (UNESCO, 2024); e) IA para el Aprendizaje Profesional (D5): Aborda el uso de la IA para el desarrollo profesional continuo del docente, incluyendo la adaptación de herramientas a las necesidades de las comunidades profesionales (UNESCO, 2024).

Estas dimensiones se desarrollan progresivamente a través de tres niveles de competencia (European Commission, 2022): a) Adquirir (N1): Primer paso, centrado en la comprensión de conceptos básicos y el uso práctico inicial de la IA de forma ética y eficaz; b) Profundizar (N2): Se enfoca en la integración ética y responsable, permitiendo al profesorado contribuir a la planificación de políticas y adaptar herramientas de IA a soluciones educativas locales (European Commission, 2022); c) Crear (N3): Nivel avanzado que capacita a los docentes para modificar herramientas de IA y desarrollar soluciones innovadoras específicas para su contexto (UNESCO, 2024).

En el contexto español, el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) ha generado orientaciones clave para la aplicación de la IA en el sistema educativo no universitario. La Guía sobre el uso de la IA en el ámbito educativo (INTEF, 2024) sirve como recurso fundamental para promover la integración efectiva y ética de la IA en todas las etapas educativas.

El marco español, alineándose con los principios de la UNESCO, subraya una serie de requisitos éticos y funcionales explícitos: a) Ética y Transparencia: La guía enfatiza la importancia de la ética y la protección de datos, incluyendo la necesidad de supervisión humana (INTEF, 2024). El INTEF promueve la formación en el análisis de sesgos algorítmicos y la concienciación sobre fenómenos como los deepfakes (INTEF, 2024); b) Equidad e Inclusión: Se requiere el diseño de sistemas de IA inclusivos y equitativos, con la realización de auditorías periódicas para identificar y abordar posibles sesgos algorítmicos (INTEF, 2024); c) Supervisión Humana y RGPD: Se establece la necesidad de cumplir rigurosamente con los requisitos propuestos para los sistemas de evaluación con IA, destacando la precisión de los datos, la transparencia y la supervisión humana (INTEF, 2024).

La convergencia de la profundidad conceptual del marco UNESCO y la necesidad de operacionalización nacional impulsada por el INTEF define el alcance de esta investigación.

1.1. Objetivos

Existe una brecha reconocida entre los marcos competenciales globales, como el de la UNESCO, y el diseño operativo de programas de formación continua que atiendan las necesidades específicas de los diversos roles y etapas del sistema educativo español. La mera adición de tecnología sin un modelo competencial diferenciado y éticamente anclado no garantiza un proceso de enseñanza-aprendizaje adecuado (Akgun y Greenhow, 2022).

Objetivos del Estudio: a) Mapear las cinco dimensiones del Marco de Competencias de IA de la UNESCO (2024) a los perfiles estratégicos definidos (Dirección, Inspección, Orientación, Administración y Familias); b) Proponer un diseño curricular modular de formación continua basado en la Pedagogía de la IA (D4) que se adapte a las necesidades temáticas actuales de las etapas de Infantil, Primaria, ESO, Bachillerato y FP; c) Analizar cómo la dimensión de la Ética de la IA (D2) se convierte en la competencia crítica de gobernanza, y diseñar una matriz de formación coherente y escalable para el INTEF que promueva la integración efectiva y ética (INTEF, 2024).

2. METODOLOGÍA

2.1. Diseño de investigación: análisis documental y mapeo competencial estructurado (cross-framework mapping)

El presente estudio adopta un diseño de investigación cualitativo-exploratorio, centrado en el análisis de contenido y el mapeo competencial estructurado (MCE). Esta metodología es apropiada dado el carácter incipiente y normativo de los documentos clave (UNESCO, 2024; INTEF, 2024). El MCE permite la correlación sistemática entre las categorías abstractas de un marco global (dimensiones de la UNESCO) y las funciones y requisitos operacionales de un contexto específico (perfiles profesionales y etapas educativas españolas).

El objetivo metodológico del MCE no es solo identificar superposiciones, sino también revelar las áreas de criticidad (dimensiones de la UNESCO que requieren un nivel de progresión más alto) para cada rol profesional, en función de los desafíos éticos y legales definidos por la orientación estratégica del INTEF (INTEF, 2024).

2.2. Fuentes documentales y unidades de análisis

Las fuentes primarias de análisis son el Marco de Competencias de IA para Docentes de la UNESCO (2024) y la Guía sobre el uso de la IA en el ámbito educativo del INTEF (2024).

Las unidades de análisis se dividen en dos grupos: a) Perfiles Estratégicos: Dirección de Centro, Inspección Educativa, Orientadores y Psicopedagogos, Personal de Gestión Administrativa del Centro, y Familias y Tutores; b) Etapas Educativas: Educación Infantil (0-6), Educación Primaria (6-12), Educación Secundaria Obligatoria (12-16), Bachillerato (16-18) y Formación Profesional (FP).

2.3. Proceso de mapeo y categorización

El proceso de MCE se ejecutó en tres fases distintas para garantizar la rigurosidad en la asignación de competencias: Fase 1: Codificación de Competencias (UNESCO). Se extrajeron y definieron operativamente las cinco dimensiones del marco de la UNESCO y sus tres niveles de progresión (Adquirir, Profundizar, Crear) (UNESCO, 2024). Esta tabla se utilizó como la matriz de referencia para evaluar las necesidades formativas; Fase 2: Identificación de Requisitos Operacionales (INTEF/Contexto Español). Se analizaron las funciones y responsabilidades específicas de cada perfil en el sistema educativo español. Por ejemplo, el rol de la Inspección se codificó en base a la función de velar por el cumplimiento normativo y el conocimiento de algoritmos (INTEF, 2024); el perfil de Orientadores se codificó por su manejo de datos sensibles y el uso de IA predictiva (Holmes et al., 2022). Se identificaron los requisitos de transparencia, equidad y gestión administrativa detallados por el INTEF (INTEF, 2024); Fase 3: Mapeo Cruzado. Se asignó la dimensión de la UNESCO más crítica y el Nivel de Progresión Mínimo a cada perfil y etapa. Esta asignación se justificó por la correlación directa entre el riesgo ético o la complejidad pedagógica del perfil y el nivel de contribución política o de desarrollo requerido por la UNESCO. Por ejemplo, un rol de gobernanza con alta responsabilidad en la toma de decisiones (Inspección) requiere N2 (Profundizar), ya que debe contribuir a la planificación de políticas (UNESCO, 2024).

2.4. Criterios de rigor científico y limitaciones

El rigor se mantuvo mediante la triangulación conceptual entre los mandatos globales (UNESCO), las directrices nacionales (INTEF) y los desafíos operativos identificados en la literatura (Holmes et al., 2022).

Una limitación inherente a este estudio es su naturaleza documental y conceptual. El mapeo proporciona un modelo teórico de formación, pero no incluye una evaluación empírica directa de la implementación de estos programas o del impacto real en los resultados de aprendizaje estudiantil en los centros educativos españoles. Esta limitación define una de las líneas de investigación futura.

La estructura de competencias docentes en IA se organiza en cinco dimensiones con niveles progresivos de dominio. La D1 (Mente Centrada en el Ser Humano) busca proteger la agencia y los derechos humanos, avanzando desde la comprensión del impacto en el bienestar hasta el desarrollo de soluciones que potencien las capacidades humanas. La D2 (Ética de la IA) garantiza transparencia, equidad y privacidad, progresando desde la evaluación ética de herramientas hasta su modificación para abordar sesgos locales. La D3 (Fundamentos y Aplicaciones) combina conocimiento conceptual y técnico, desde el uso práctico hasta el diseño de soluciones educativas específicas. La D4 (Pedagogía de la IA) integra la IA en la práctica docente, partiendo de la selección de herramientas para el aula hasta la innovación en modelos de enseñanza-aprendizaje. Finalmente, la D5 (IA para el Aprendizaje Profesional) orienta el uso de la IA hacia la mejora continua del docente, adaptando las herramientas a las necesidades de las comunidades profesionales.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Guía INTEF

El análisis de la Guía INTEF demuestra que la integración de la IA trasciende el aula para convertirse en un desafío de gobernanza. La formación para los perfiles estratégicos no debe centrarse en la aplicación pedagógica, sino en la gestión del riesgo, la gobernanza de datos y la garantía de equidad, lo cual hace que la dimensión D2 (Ética de la IA) sea primordial (INTEF, 2024; UNESCO, 2021).

3.1.1. Dirección e inspección educativa (gobernanza y liderazgo transformacional)

Para los responsables de la gobernanza, la dimensión más crítica es la Ética de la IA (D2), seguida de la IA para el Aprendizaje Profesional (D5). El nivel de progresión mínimo requerido es Profundizar (UNESCO, 2024).

La Inspección Educativa, por su mandato legal de velar por el cumplimiento de la normativa en los centros (INTEF, 2024), debe dominar el conocimiento de los programas y algoritmos utilizados en educación. Esto exige ir más allá del nivel básico de comprensión de la IA (Adquirir). El Inspector debe alcanzar el nivel Profundizar para poder ejercer la función de auditoría algorítmica y garantizar que los sistemas de IA utilizados por el centro respeten los derechos fundamentales y las directrices éticas de la UNESCO (UNESCO, 2021; UNESCO, 2024).

La Dirección, por su parte, requiere competencias sólidas en la gestión de la transformación digital. La implementación efectiva de la IA exige un liderazgo transformacional capaz de sensibilizar al equipo docente, desmitificar la IA y gestionar la evaluación continua (INTEF, 2024). Este liderazgo debe estar anclado en la D2, ya que la automatización de la gestión implica el procesamiento de datos sensibles. Si los sistemas de IA utilizados en administración (por ejemplo, para la gestión de horarios, calificaciones o comunicación) son opacos o no cumplen con los requisitos de transparencia exigidos por el INTEF y la regulación de la IA (INTEF, 2024; UNESCO, 2021), la eficiencia se lograría a costa de la legalidad y la equidad. Por lo tanto, la formación de directores debe incluir la capacidad de evaluar críticamente los sistemas de terceros antes de su adquisición, garantizando que el cumplimiento de la D2 sea un requisito operacional de la gestión. Alcanzar el nivel Profundizar permite a estos líderes contribuir a la planificación de políticas sobre IA en la educación y crear estándares éticos internos (UNESCO, 2024).

3.1.2. Orientadores y psicopedagogos (equidad, adaptación curricular y rgpd)

El rol de Orientador tiene un enfoque dual: Ética de la IA (D2) y Pedagogía de la IA (D4). El nivel requerido es, obligatoriamente, Profundizar.

Los Orientadores utilizan modalidades de IA de alto riesgo, incluyendo la IA predictiva (para anticipar dificultades de aprendizaje o riesgo de abandono escolar) y la IA adaptativa (para ajustar contenidos y ritmos) (Holmes et al., 2022). El manejo de información sensible del alumnado (datos académicos, perfiles de vulnerabilidad, necesidades especiales) convierte a la protección de datos (RGPD) en su máxima prioridad ética.

El uso de modelos predictivos que influyen en las trayectorias educativas del estudiante exige que el orientador se transforme de un clínico a un auditor algorítmico. Si los algoritmos están formados con datos sesgados por nivel socioeconómico, género o etnia, las decisiones resultantes pueden cristalizar y amplificar la desigualdad de forma invisible. Por consiguiente, la formación debe capacitar al orientador con la competencia Profundizar en la D2 para cuestionar y validar éticamente las recomendaciones del sistema. El orientador debe garantizar que los sistemas sean inclusivos y equitativos (INTEF, 2024), actuando como un guardián de la equidad por diseño en la adaptación curricular (Holmes et al., 2022; Luckin et al., 2016). Esta transformación garantiza que la IA impulse la equidad educativa sin comprometer los derechos del alumnado (Luckin et al., 2016).

3.1.3. Gestión administrativa del centro (eficiencia y automatización)

Para el personal de Gestión Administrativa, la dimensión central es Fundamentos y Aplicaciones de la IA (D3). El nivel requerido es Adquirir, con una progresión hacia5 Profundizar en centros de mayor complejidad.

El foco de la formación es el uso práctico y eficaz de la IA para la automatización de procesos y la optimización de recursos (UNESCO, 2024). La IA mejora la eficiencia de tareas como la gestión de horarios, las calificaciones y la comunicación (INTEF, 2024). La formación debe asegurar que este personal comprenda cómo interactúan estos sistemas con los datos del centro y las implicaciones operativas de utilizar herramientas de IA para simplificar la gestión educativa (Luckin et al., 2016).

3.1.4. Familias y tutores (corregulación ética y seguridad)

La formación para Familias y Tutores es crucial para la gobernanza integral y debe enfocarse en la Mente Centrada en el Ser Humano (D1) y la Ética de la IA (D2). El nivel requerido es Adquirir.

El Marco de la UNESCO impulsa el desarrollo de competencias clave para docentes y estudiantes, incluyendo indirectamente a las familias (UNESCO, 2024). La IA se utiliza tanto en el aula como en casa, haciendo que la alfabetización de los tutores sea esencial para la supervisión del uso seguro y responsable por parte del alumnado. La formación debe centrarse en comprender los principios de privacidad, la protección de datos y el cumplimiento de las regulaciones (UNESCO, 2021). Es imperativo que las familias comprendan que la IA es una herramienta que complementa, no reemplaza, la función y la responsabilidad del docente (Selwyn, 2019). Esta formación institucionaliza a las familias como una extensión del sistema de gobernanza ética del centro, reforzando las pautas de uso responsable enseñadas en el aula (INTEF, 2024).

El mapeo competencial de la UNESCO (2024) en perfiles estratégicos según el Modelo INTEF identifica cinco perfiles con necesidades diferenciadas. La Dirección y Liderazgo y la Inspección Educativa comparten como dimensión crítica la Ética de la IA (D2) en un nivel de profundización, orientándose la primera hacia la gobernanza algorítmica, el cumplimiento normativo y la auditoría de sistemas, y la segunda hacia la garantía de transparencia, equidad y respeto de derechos en el uso de datos. Los Orientadores y Psicopedagogos también requieren profundización, pero combinando la Ética de la IA (D2) con la Pedagogía de la IA (D4), con el desafío de gestionar éticamente la IA predictiva, la privacidad (RGPD) y la adaptación curricular sin sesgos. Por su parte, la Gestión Administrativa se sitúa en el nivel de adquisición dentro de Fundamentos y Aplicaciones (D3), centrándose en la automatización eficiente de procesos y la optimización de recursos. Finalmente, las Familias y Tutores, también en nivel de adquisición, tienen como dimensión prioritaria la Mente Centrada en el Ser Humano (D1), con el objetivo de fomentar un uso seguro, responsable y ético de la IA por parte de los estudiantes.

3.2. Diseño curricular de la formación docente por etapas educativas (la pedagogía de la ia)

El segundo componente fundamental del mapeo es traducir las dimensiones D3 (Fundamentos) y D4 (Pedagogía) del marco UNESCO en un currículo de formación adaptado a la madurez cognitiva y los objetivos didácticos de cada etapa educativa no universitaria.

3.2.1. Educación Infantil (0-6) y Educación Primaria (6-12)

En la etapa de Infantil, el foco es la Pedagogía de la IA (D4) y la Mente Centrada en el Ser Humano (D1), con un nivel de Adquirir y una transición a Profundizar en Primaria.

La formación docente en estas etapas debe orientarse a la implementación de sistemas de tutoría inteligentes (ITS), chatbots y simuladores interactivos (Luckin et al., 2016). La IA generativa se aplica a la creación de recursos lúdicos, como "cuentos a la carta" o videos educativos personalizados y adaptativos (UNESCO, 2023).

El principio pedagógico subyacente requiere que el docente se capacite no para enseñar a programar IA, sino para gestionar la alfabetización algorítmica lúdica. La formación debe prio-

rizar cómo la IA puede estimular el aprendizaje individual y grupal sin erosionar la creatividad humana (Luckin et al., 2016). Esto significa que los docentes deben ser expertos en diseñar prompts que fomenten la curiosidad y la interacción cualificada, en lugar de la dependencia de respuestas algorítmicas cerradas.

3.2.2. Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato (el pensamiento crítico asistido por ia)

En ESO y Bachillerato, el nivel requerido asciende a Profundizar, con un enfoque crítico en la Ética de la IA (D2) y los Fundamentos y Aplicaciones (D3).

La IA generativa es vista como una aliada poderosa del aprendizaje, especialmente para fomentar el pensamiento crítico y la creatividad (UNESCO, 2023). Los temas de formación deben ser avanzados e incluir la ingeniería de prompts ética, el análisis de sesgos algorítmicos —un requisito explícito del INTEF (INTEF, 2024)—, la detección de deepfakes y el debate sobre la autoría y el plagio asistido por IA.

Para el Bachillerato, la formación debe preparar al docente para el uso de LLMs como recursos educativos avanzados (UNESCO, 2023) y herramientas para la generación de retroalimentación en la escritura de ensayos y trabajos de investigación (OECD, 2023). La pedagogía de la IA en esta etapa (D4) debe capacitar al profesorado para que utilice la IA no para resolver problemas simples, sino para plantear preguntas más complejas, simulando entornos de investigación disciplinar.

3.2.3. Formación Profesional (FP) (la competencia crear y el entorno laboral)

La Formación Profesional (FP) se alinea directamente con el nivel superior del marco UNESCO: Crear (N3). Esto requiere el dominio de la IA para el Aprendizaje Profesional (D5) y los Fundamentos y Aplicaciones (D3).

El objetivo formativo principal para el profesorado de FP es adquirir la capacidad de modificar herramientas de IA para desarrollar soluciones educativas locales (UNESCO, 2024). Esto se debe a que la FP está intrínsecamente ligada a las demandas de la industria 4.0, donde las soluciones de IA genéricas son insuficientes y se requieren adaptaciones específicas para el sector (por ejemplo, mantenimiento predictivo o robótica).

La formación debe incluir el uso de simulaciones y entornos de aprendizaje inmersivos impulsados por la IA (OECD, 2021). La habilidad de co-desarrollo es crítica, por lo que la formación debe incluir técnicas avanzadas como la generación aumentada por recuperación (RAG) para que los educadores puedan ajustar modelos de lenguaje a bases de conocimiento técnicas específicas (manuales de maquinaria, procedimientos de seguridad industrial) (UNESCO, 2023). Esto posiciona al profesorado de FP como innovadores en IA educativa, capaces de adaptar la tecnología directamente a la resolución de problemas técnicos, cumpliendo plenamente con la competencia Crear de la UNESCO.

La propuesta curricular adapta la formación docente en IA a cada etapa educativa. En Infantil (0-6), el nivel de adquisición se centra en las dimensiones de humanidad y pedagogía, abordando el uso ético de chatbots y simuladores para la creación de contenido lúdico, con una integración basada en la personalización del juego y la estimulación temprana. En Primaria (6-12), se combinan los niveles de adquirir y profundizar en las dimensiones pedagógicas y de fundamentos,

trabajando sistemas de tutoría inteligente y vídeos educativos adaptativos para el refuerzo personalizado y la gestión de la diversidad en el aula. En ESO (12-16), el nivel de profundización se orienta hacia la ética y los fundamentos, con temas como ingeniería de prompts, análisis de sesgos y detección de deepfakes, fomentando el pensamiento crítico y la alfabetización mediática. En Bachillerato (16-18), se profundiza en fundamentos y desarrollo profesional mediante la aplicación de IA en investigación disciplinar y técnicas RAG avanzadas, orientadas a la preparación universitaria. Finalmente, los Ciclos Formativos de FP alcanzan el nivel de creación en las dimensiones profesional y de fundamentos, desarrollando soluciones locales, simulaciones inmersivas y adaptación de herramientas, con foco en la innovación tecnológica del sector productivo.

3.3. Propuesta de modelo de formación continua (intef) basado en competencias

La articulación de este modelo exige que el INTEF diseñe un plan de formación continua que respete la diferenciación por perfil y nivel. El éxito de la implementación del marco UNESCO 2024 requiere que los programas de capacitación, ya sean talleres, cursos presenciales o MOOCs, estén estrictamente modularizados.

El nivel Adquirir (N1) puede ser cubierto mediante recursos masivos en línea, enfocándose en el uso básico y ético de herramientas de uso general. Sin embargo, los niveles Profundizar (N2) y Crear (N3), que son esenciales para el liderazgo, la orientación y la FP, requieren metodologías de formación más intensivas, presenciales, prácticas y colaborativas (INTEF, 2024). El profesorado debe tener la oportunidad de compartir buenas prácticas y colaborar en la integración de estas herramientas en el entorno educativo (INTEF, 2024).

El Eje Ético Transversal: La dimensión D2 (Ética de la IA) no puede ser un módulo opcional. Debe ser un componente obligatorio para todos los perfiles, desde la Dirección hasta las Familias. La formación debe insistir en la responsabilidad humana que debe supervisar la IA (Holmes et al., 2022). El enfoque debe estar en cómo mantener la autonomía y la dignidad del alumnado (D1), incluso cuando se utilizan sistemas de automatización (Selwyn, 2019).

Marco de Evaluación de la Formación: Para garantizar la efectividad de los programas de capacitación, el INTEF debe adoptar modelos de evaluación que trasciendan la satisfacción y el aprendizaje (niveles iniciales de Kirkpatrick). La evaluación debe centrarse en medir el cambio real en la práctica docente (Nivel 3) y, fundamentalmente, el impacto directo en los resultados de aprendizaje estudiantil y la mitigación de sesgos (OECD, 2023).

4. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES FUTURAS

4.1. Conclusiones principales: la consolidación del enfoque humanista y ético

Este estudio de mapeo confirma la viabilidad y la necesidad crítica de alinear la estrategia de formación del profesorado en España, canalizada a través del INTEF, con el Marco de Competencias de IA de la UNESCO 2024. El análisis ha permitido transformar un documento global en una hoja de ruta operativa, diferenciada por roles y etapas.

El hallazgo más significativo es la reconfiguración de las prioridades competenciales en los roles estratégicos. Para la Dirección, la Inspección y los Orientadores, la formación no puede

centrarse únicamente en el dominio de las herramientas pedagógicas (D4); la Ética de la IA (D2) y la Gobernanza Algorítmica (D1/D2) se consolidan como las competencias más críticas, exigiendo el Nivel Profundizar para asegurar la transparencia, el cumplimiento del RGPD y la equidad (INTEF, 2024; UNESCO, 2021).

Para el docente de aula, la formación debe ser altamente contextualizada. Se ha diseñado una matriz que utiliza la Pedagogía de la IA (D4) para equilibrar la eficiencia —por ejemplo, mediante la automatización de la creación de recursos (INTEF, 2024)— con el desarrollo de competencias de alto nivel, como el pensamiento crítico y la creación de soluciones especializadas (Nivel Crear en FP) (UNESCO, 2024). La base filosófica subyacente a toda formación es que la IA es un complemento, diseñado para potenciar las capacidades humanas y no para reemplazar la función esencial del educador (Selwyn, 2019).

4.2. Recomendaciones estratégicas para la política educativa española

Las conclusiones del mapeo competencial generan recomendaciones directas para la política educativa nacional: a) Institucionalización de la Competencia Ética para el Liderazgo: El INTEF debe establecer programas obligatorios de nivel Profundizar para todos los equipos directivos e inspectores, enfocados en la auditoría de sesgos algorítmicos y la gestión de la gobernanza de datos. Se debe incorporar explícitamente el rol de la Inspección en la fiscalización del uso de algoritmos y el cumplimiento normativo de la IA (INTEF, 2024); b) Inversión en Infraestructura Ética Auditable: La administración educativa debe priorizar la inversión en sistemas de IA para la gestión y la orientación que garanticen la transparencia y permitan la supervisión humana y la mitigación de sesgos. Se debe capacitar a los orientadores para que actúen como guardianes de la equidad, auditando activamente los resultados de los modelos predictivos antes de la toma de decisiones curriculares (INTEF, 2024; Holmes et al., 2022); c) Diferenciación Curricular Rigurosa y Profesionalización: Se recomienda la adopción inmediata de la matriz de formación propuesta (Tablas 2 y 3), asegurando que los programas del INTEF se diseñen específicamente para alcanzar los niveles Profundizar y Crear en áreas clave, como la FP. Además, la formación en IA debe ser reconocida como fundamental, garantizando la profesionalización y los derechos del profesorado en esta área, de manera equivalente a otras asignaturas curriculares fundamentales (UNESCO, 2024); d) Integración de la Formación de Familias: Se debe institucionalizar la capacitación de familias y tutores en D1 y D2, reconociéndolos como un elemento necesario en el sistema de corregulación ética de la tecnología, asegurando que la educación en el uso seguro y responsable de la IA se extienda al entorno doméstico.

4.3. Limitaciones y futuras líneas de investigación

El presente estudio se limitó al análisis documental y conceptual de los marcos competenciales. Las futuras líneas de investigación deben centrarse en la validación empírica y la medición del impacto real de los programas formativos: a) Evaluación de Impacto en el Aprendizaje Estudiantil: Se necesita desarrollar e implementar marcos de investigación para medir si la mejora en las competencias de IA de los docentes (D4) genera una mejora cuantificable en los resultados de aprendizaje del alumnado, el pensamiento crítico y la reducción de la deserción escolar;

b) Investigación de Sesgos Específicos del Contexto: Es crucial llevar a cabo investigaciones específicas sobre cómo los modelos de IA implementados en el contexto español pueden manifestar sesgos culturales, lingüísticos o socioeconómicos. Esta investigación guiaría la adaptación curricular de la D2 (Ética) en los programas del INTEF, asegurando que la formación capacite a los docentes para mitigar activamente las desigualdades introducidas por la tecnología; c) Estudio de la Competencia 'Crear' en la FP: Se requiere investigación acción en centros de Formación Profesional para documentar el proceso por el cual los profesores alcanzan el nivel Crear, evaluando el éxito de la adaptación de LLMs y otras herramientas de IA a entornos de simulación inmersiva y a las necesidades específicas de la industria local.

REFERENCIAS

Akgun, S., y Greenhow, C. (2022). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K–12 settings. *AI and Ethics*, *2*(3), 431–440. https://doi.org/10.1007/s43681-021-00096-7

Bond, M., Zawacki-Richter, O., y Nichols, M. (2019). Revisiting five decades of educational technology research: A content and authorship analysis of the British Journal of Educational Technology. *British Journal of Educational Technology*, *50*(1), 12–63. https://doi.org/10.1111/bjet.12730

European Commission. (2022). *Ethical guidelines on the use of artificial intelligence and data in teaching and learning for educators*. Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2766/153756

Holmes, W., Bialik, M., y Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

Holmes, W., Persson, J., Chounta, I. A., Wasson, B., y Dimitrova, V. (2022). *Artificial intelligence and education: A critical view through the lens of human rights, democracy and the rule of law*. Council of Europe.

INTEF (2024). *Guía sobre el uso de la inteligencia artificial en el ámbito educativo*. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. https://code.intef.es

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., y Forcier, L. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education. https://acortar.link/XQt4SN

OECD. (2021). *OECD digital education outlook 2021: Pushing the frontiers with artificial intelligence, blockchain and robots*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/589b283f-en

OECD. (2023). *OECD digital education outlook 2023: Towards an effective digital education ecosystem*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/c74f03de-en

Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press.

UNESCO. (2019). *Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994

UNESCO. (2021). *Recommendation on the ethics of artificial intelligence*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137

UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693

UNESCO. (2024). *AI competency framework for teachers*. https://doi.org/10.54675/ZJTE2084

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., y Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *16*, 39. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

Capítulo 13. Pensamiento computacional e inteligencia artificial adaptativa para el desarrollo del pensamiento algebraico temprano

Paola Noguera-Rosas

https://orcid.org/0009-0002-2862-3296, Universidad de Alicante (España)

Resumen: El pensamiento algebraico temprano constituye una línea de investigación relevante en la educación matemática al promover el desarrollo progresivo del razonamiento algebraico desde las primeras etapas educativas. Este trabajo tiene como objetivo analizar la literatura científica reciente sobre las relaciones entre pensamiento algebraico temprano, pensamiento computacional e inteligencia artificial adaptativa en educación primaria. Para ello, se realizó una revisión narrativa basada en investigaciones y aportaciones teóricas sobre el pensamiento algebraico, el pensamiento computacional, la personalización del aprendizaje y los sistemas adaptativos de enseñanza. Los resultados muestran que el pensamiento computacional comparte procesos cognitivos estrechamente vinculados al razonamiento algebraico, en especial la abstracción, la descomposición, la modelización y el reconocimiento de patrones. Del mismo modo, la inteligencia artificial adaptativa ofrece oportunidades para personalizar trayectorias de aprendizaje y proporcionar apoyos ajustados a las necesidades del alumnado. La síntesis realizada sugiere que el pensamiento computacional puede actuar como mediador cognitivo en la reorganización progresiva de las intuiciones matemáticas iniciales, mientras que la inteligencia artificial adaptativa amplía las posibilidades de acompañamiento y personalización. Se concluye que la integración pedagógicamente orientada de ambas dimensiones puede contribuir al fortalecimiento del pensamiento algebraico temprano mediante enfoques centrados en el desarrollo cognitivo, la comprensión relacional y la mediación docente.

Palabras clave: pensamiento algebraico temprano, pensamiento computacional, inteligencia artificial adaptativa, personalización del aprendizaje, educación matemática.

Abstract: Early algebraic thinking has become a significant area of research in mathematics education because it promotes the progressive development of algebraic reasoning from the earliest stages of schooling. This study aims to analyze recent scientific literature on the relationships among early algebraic thinking, computational thinking, and adaptive artificial intelligence in primary education. To this end, a narrative review was conducted of research studies and theoretical contributions on algebraic thinking, computational thinking, personalized learning, and adaptive teaching systems. The findings indicate that computational thinking shares cognitive processes closely linked to algebraic reasoning, particularly abstraction, decomposition, modeling, and pattern recognition. Likewise, adaptive artificial intelligence offers opportunities to personalize learning pathways and provide support tailored to students' individual needs. The synthesis suggests that computational thinking can act as a cognitive mediator in the progressive reorganization of learners' initial mathematical intuitions, while adaptive artificial intelligence expands the possibilities for guidance and personalization. It is concluded that the pedagogically grounded integration of both dimensions can strengthen early algebraic thinking through approaches focused on cognitive development, relational understanding, and teacher mediation.

Keywords: early algebraic thinking, computational thinking, adaptive artificial intelligence, personalized learning, mathematics education.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las matemáticas en educación primaria afronta el desafío de favorecer una transición progresiva desde el razonamiento aritmético hacia formas de pensamiento más abstractas asociadas al desarrollo algebraico. Durante décadas, la organización curricular tradicional ha mantenido una separación entre la aritmética, introducida en las primeras etapas educativas, y el álgebra, generalmente incorporada en niveles posteriores de escolarización. Esta división puede generar dificultades cuando el alumnado se enfrenta tardíamente a sistemas de representación simbólica y a nuevas formas de razonamiento matemático (Herscovics & Linchevski, 1994). Desde una perspectiva contemporánea de la educación matemática, el álgebra temprana no supone una anticipación de contenidos propios de niveles educativos superiores, sino una ampliación del significado de la aritmética escolar mediante experiencias orientadas a explorar estructuras, patrones y relaciones funcionales desde edades tempranas (Carraher et al., 2008; Kaput, 2008).

Bajo este enfoque conceptual, el pensamiento algebraico temprano se entiende como un proceso mediante el cual el alumnado desarrolla la capacidad de identificar regularidades, establecer generalizaciones y operar lógicamente con cantidades indeterminadas para resolver situaciones problemáticas (Radford, 2018). Asimismo, la investigación educativa ha mostrado que las y los estudiantes no acceden a la escolaridad como receptores pasivos de información, sino que llegan al aula con recursos cognitivos construidos a partir de sus experiencias previas. Desde el marco epistemológico de *Knowledge in Pieces*, estas intuiciones tempranas pueden entenderse como "semillas del pensamiento algebraico" que constituyen una base inicial a partir de la cual se organiza progresivamente el razonamiento matemático formal (diSessa, 1993; Levin & Walkoe, 2022). En este sentido, el desarrollo del pensamiento relacional adquiere especial relevancia al permitir que el alumnado interprete la equivalencia matemática como una relación entre expresiones y no únicamente como un procedimiento destinado a obtener resultados numéricos (Kieran, 2022).

En paralelo, la incorporación de tecnologías digitales ha abierto nuevas posibilidades para el diseño de experiencias de aprendizaje orientadas al desarrollo del razonamiento matemático. El pensamiento computacional, entendido como un conjunto de procesos implicados en la formulación y resolución de problemas mediante principios propios de la computación (Wing, 2006), puede actuar como un mediador que favorece la organización lógica de la información, la identificación de patrones y la construcción progresiva de procesos de generalización (Grover & Pea, 2013). Del mismo modo, la inteligencia artificial adaptativa incorpora posibilidades de personalización mediante sistemas capaces de ajustar contenidos, retroalimentación y secuencias de aprendizaje de acuerdo con las características y necesidades individuales del alumnado (Peng et al., 2019; Zawacki-Richter et al., 2019).

Aunque la literatura ha estudiado ampliamente el pensamiento algebraico temprano, el pensamiento computacional y la inteligencia artificial adaptativa como líneas de investigación independientes (Blanton & Kaput, 2011; Grover & Pea, 2013; Holmes et al., 2019), todavía son escasos los trabajos que analicen de forma integrada las posibles relaciones entre estos tres ámbitos. En particular, resulta pertinente explorar cómo los procesos asociados al pensamiento computacional pueden contribuir a la reorganización progresiva de las intuiciones matemáticas

que sustentan el razonamiento algebraico temprano y de qué manera los sistemas adaptativos pueden favorecer trayectorias de aprendizaje más personalizadas orientadas al desarrollo de este tipo de pensamiento matemático. La necesidad de avanzar hacia enfoques integradores resulta particularmente pertinente en un contexto educativo caracterizado por la creciente diversidad de perfiles de aprendizaje y la incorporación progresiva de tecnologías inteligentes en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Desde esta perspectiva, el presente trabajo tiene como propósito analizar críticamente la literatura científica reciente sobre el papel del pensamiento computacional y la inteligencia artificial adaptativa en el desarrollo del pensamiento algebraico temprano en educación primaria. Más específicamente, la revisión busca identificar convergencias teóricas, aportes complementarios, oportunidades educativas y desafíos asociados a la integración de estos enfoques. En este sentido, propone una interpretación articulada de la literatura revisada, considerando el pensamiento computacional como un posible mediador cognitivo en la construcción del razonamiento algebraico y la inteligencia artificial adaptativa como un recurso con potencial para ampliar las posibilidades de personalización y acompañamiento de las trayectorias de aprendizaje bajo la mediación pedagógica del profesorado.

2. METODOLOGÍA DE LA REVISIÓN

El presente trabajo se desarrolló mediante una revisión narrativa de la literatura, con el propósito de identificar, analizar y sintetizar aportes científicos relacionados con el pensamiento algebraico temprano, el pensamiento computacional y la inteligencia artificial adaptativa en el ámbito de la educación primaria. Esta metodología constituye una estrategia de investigación de carácter cualitativo y descriptivo orientada a la síntesis e interpretación del conocimiento existente sobre una temática determinada, lo que permite identificar tendencias, debates, perspectivas teóricas y vacíos de conocimiento desde una mirada integradora (Grant & Booth, 2009).

Para la localización y selección de la literatura se consultaron bases de datos académicas especializadas, entre ellas Scopus, Web of Science, ERIC y Dialnet. Se emplearon combinaciones booleanas de términos en español e inglés vinculados al objeto de estudio, tales como *early algebra*, *algebraic thinking*, *computational thinking*, *adaptive artificial intelligence*, *personalized learning in primary education*.

La selección bibliográfica priorizó artículos científicos revisados por pares, publicados principalmente entre 2015 y 2026, periodo que concentra un crecimiento de las investigaciones relacionadas con el pensamiento computacional, la personalización del aprendizaje y la incorporación de sistemas de inteligencia artificial en contextos educativos. Además, se incluyeron trabajos seminales considerados fundamentales para la comprensión histórica y conceptual de los fenómenos analizados.

Del mismo modo, se incorporaron estudios y referencias teóricas relevantes por sus aportes conceptuales, metodológicos o aplicados a la educación matemática y las tecnologías educativas. La inclusión de las fuentes respondió, además, a criterios de relevancia conceptual y pertinencia temática respecto de los objetivos de la revisión, priorizando aquellos trabajos que per-

mitieran comprender las relaciones entre el pensamiento algebraico temprano, el pensamiento computacional y la inteligencia artificial adaptativa.

Se excluyeron publicaciones de carácter divulgativo, documentos sin revisión por pares y trabajos cuyo objeto de estudio no estuviera directamente relacionado con la educación matemática, el pensamiento computacional o los contextos de educación primaria.

En consonancia con el carácter narrativo de la revisión, el objetivo no fue identificar exhaustivamente toda la evidencia disponible, sino elaborar una síntesis crítica e interpretativa que permitiera comprender las relaciones entre los constructos mencionados, así como identificar oportunidades, desafíos y posibles líneas de convergencia para su integración en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. La síntesis se desarrolló mediante un proceso de análisis interpretativo orientado a identificar conexiones teóricas, aportes complementarios y desafíos emergentes en torno al desarrollo del pensamiento algebraico temprano en escenarios educativos mediados por tecnologías digitales.

3. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Pensamiento algebraico temprano en educación primaria

Tradicionalmente, los currículos escolares han separado la enseñanza de la aritmética en educación primaria y del álgebra en etapas posteriores. Diversas investigaciones han señalado que esta fragmentación puede dificultar la transición hacia formas más abstractas de razonamiento matemático al introducir nuevos sistemas simbólicos y modos de pensamiento percibidos como desvinculados de las experiencias previas del alumnado (Herscovics & Linchevski, 1994). Frente a esta visión secuencial, la investigación contemporánea sostiene que el álgebra temprana no consiste en adelantar contenidos propios de niveles superiores, sino en ampliar progresivamente la actividad aritmética hacia la identificación de estructuras, regularidades y relaciones funcionales (Carraher et al., 2008; Kaput, 2008).

Desde este enfoque, el pensamiento algebraico implica identificar patrones, establecer generalizaciones y analizar relaciones entre cantidades mediante distintos sistemas de representación. Estas experiencias favorecen una comprensión conceptual de las matemáticas basada en el reconocimiento de estructuras y en el estudio de la dependencia entre cantidades que varían conjuntamente (Blanton & Kaput, 2011; Kieran, 2022; Radford, 2018).

El pensamiento algebraico puede definirse como la capacidad de establecer y operar con relaciones entre cantidades determinadas e indeterminadas para analizar situaciones, formular generalizaciones y construir argumentos matemáticos (Radford, 2018). Su desarrollo requiere promover formas de pensamiento relacional que superen interpretaciones exclusivamente operativas de los símbolos matemáticos. En este sentido, comprender el signo igual como expresión de equivalencia y no únicamente como una instrucción de cálculo constituye un hito fundamental en la construcción del razonamiento algebraico temprano (Kieran, 2022).

Las propuestas educativas orientadas al desarrollo del pensamiento algebraico promueven el análisis de expresiones matemáticas como sistemas de relaciones, la identificación de propiedades de las operaciones y la construcción de argumentos basados en la estructura de las situaciones más que en la aplicación rutinaria de algoritmos (Carpenter et al., 2003). La evi-

dencia muestra que las y los estudiantes pueden participar de manera significativa en prácticas algebraicas desde los primeros años de escolaridad, cuando disponen de oportunidades de aprendizaje adecuadas, atribuyendo significado a las variables, reconociendo regularidades y avanzando progresivamente hacia formas más sofisticadas de representación matemática (Blanton & Kaput, 2011; Radford, 2018).

En consecuencia, el pensamiento algebraico temprano debe entenderse como un proceso gradual de construcción conceptual que emerge de experiencias matemáticas significativas y contextualizadas. Su finalidad no es la introducción prematura de procedimientos formales, sino el desarrollo de formas de razonamiento que permitan interpretar, generalizar y modelizar relaciones matemáticas desde edades tempranas.

3.2. Las semillas del pensamiento algebraico y el aprendizaje intuitivo

Una de las principales aportaciones del enfoque *Knowledge in Pieces* consiste en cuestionar la idea de que el aprendizaje matemático avanza mediante la sustitución de concepciones intuitivas por conocimientos formales. Bajo este enfoque, el conocimiento se organiza como una red de recursos cognitivos que se activan de manera contextual y que, aunque inicialmente fragmentarios, pueden constituir la base de formas más sofisticadas de razonamiento (diSessa, 1993). En consecuencia, el aprendizaje algebraico temprano implica la coordinación y reorganización progresiva de estos recursos más que su reemplazo.

Entre ellos se encuentran intuiciones relacionadas con la identificación de regularidades, la comparación de cantidades, la compensación entre valores, la conservación de relaciones y la anticipación de resultados. Estas formas de razonamiento emergen en actividades cotidianas antes del contacto con el lenguaje algebraico formal y pueden considerarse antecedentes cognitivos de nociones como equivalencia, variable o función (Levin & Walkoe, 2022).

La investigación ha mostrado que las propuestas de aula resultan especialmente productivas cuando favorecen la movilización, explicitación y reorganización de estos recursos intuitivos mediante la comparación de estrategias, la justificación de relaciones y la reflexión sobre los procedimientos empleados (Blanton & Kaput, 2011). De este modo, conocimientos inicialmente implícitos pueden transformarse progresivamente en objetos de análisis y generalización matemática.

En este contexto, la enseñanza temprana del álgebra debe aprovechar las capacidades intuitivas del alumnado y generar condiciones para su reorganización conceptual. Más que transmitir procedimientos, se trata de favorecer la construcción de relaciones, patrones y generalizaciones que sirvan de base para formas más complejas de razonamiento matemático. En este contexto, el pensamiento computacional emerge como un enfoque con potencial para apoyar la representación, exploración y reorganización de estos recursos cognitivos.

3.3. Pensamiento computacional como mediador del desarrollo algebraico

El valor educativo del pensamiento computacional trasciende la mera adquisición de habilidades técnicas y reside en su capacidad para hacer explícitos los procesos de razonamiento mediante la construcción de algoritmos, secuencias de instrucciones y modelos computacionales.

Estas representaciones permiten analizar, discutir y revisar ideas que habitualmente permanecen implícitas, lo que favorece formas más reflexivas de aprendizaje (Grover & Pea, 2013; Weintrop et al., 2016). En consonancia con ello, la programación puede entenderse como un medio para expresar y explorar relaciones matemáticas.

Esta característica resulta especialmente significativa para el desarrollo del pensamiento algebraico. La construcción de algoritmos exige anticipar comportamientos, coordinar variables, establecer condiciones y analizar dependencias entre distintos elementos de un sistema. Tales procesos favorecen formas de razonamiento cercanas al pensamiento funcional, ya que las y los estudiantes deben considerar cómo la modificación de determinados valores afecta al comportamiento global de una situación o modelo (Blanton & Kaput, 2011). De igual forma, los entornos computacionales permiten explorar relaciones dinámicas difíciles de representar con formatos estáticos tradicionales, lo que favorece la comprensión de patrones, regularidades y procesos de generalización.

Otra dimensión relevante es la práctica de la depuración (*debugging*), que implica identificar errores, localizar sus causas y reformular estrategias de solución. Estos procesos favorecen la autorregulación, el monitoreo cognitivo y la reflexión metacognitiva, lo que promueve una comprensión más profunda de las relaciones implicadas en la tarea (Bers, 2020). En este contexto, el error deja de interpretarse como un indicador de fracaso para convertirse en una oportunidad de aprendizaje y mejora.

La literatura reciente también destaca que la integración entre pensamiento computacional y pensamiento algebraico contribuye a una comprensión más dinámica de las matemáticas. Mientras que los enfoques tradicionales suelen centrarse en la manipulación simbólica de expresiones, los entornos computacionales permiten explorar comportamientos, simular transformaciones y observar la evolución de relaciones matemáticas en tiempo real (Weintrop et al., 2016). Estas experiencias favorecen el tránsito desde una comprensión basada en procedimientos hacia formas de razonamiento orientadas al análisis de estructuras y relaciones.

En conjunto, el pensamiento computacional puede entenderse como un mediador cognitivo que favorece la generalización, la modelización y el razonamiento relacional mediante nuevos medios de representación, exploración y validación de ideas matemáticas. Desde esta perspectiva, ofrece oportunidades para explicitar y reorganizar los recursos cognitivos descritos por el enfoque *Knowledge in Pieces*, apoyando la construcción progresiva de formas más complejas de razonamiento algebraico desde los primeros años de escolaridad.

3.4. Itinerarios personalizados de aprendizaje: pensamiento computacional e inteligencia artificial adaptativa

La creciente diversidad de trayectorias de aprendizaje en las aulas ha impulsado enfoques pedagógicos orientados a la personalización de la enseñanza. En este marco, aprender no implica recorrer una secuencia única de contenidos, sino transitar itinerarios flexibles que reconocen los conocimientos previos, los ritmos de aprendizaje y las formas particulares de razonamiento de cada estudiante (Pérez-Garcías et al., 2022). En educación matemática, esta concepción resulta de especial interés debido a las dificultades asociadas a la transición entre la aritmética y el álgebra (Herscovics & Linchevski, 1994).

En consonancia con el enfoque *Knowledge in Pieces* (diSessa, 1993), el desarrollo del pensamiento algebraico temprano puede entenderse como una trayectoria progresiva de reorganización de recursos cognitivos e intuiciones matemáticas. La personalización adquiere así un papel relevante al permitir que cada estudiante avance desde sus conocimientos previos hacia formas más complejas de generalización, análisis de relaciones y razonamiento algebraico (Levin & Walkoe, 2022; Radford, 2018).

En este proceso, el pensamiento computacional aporta herramientas que favorecen trayectorias de aprendizaje más autónomas y reflexivas. La descomposición de problemas, la identificación de regularidades, la abstracción y la construcción de procedimientos secuenciales permiten organizar el pensamiento de forma sistemática y establecer conexiones entre distintas representaciones matemáticas (Grover & Pea, 2013; Pérez-Narváez & Roig-Vila, 2015). Asimismo, los entornos de programación y modelización facilitan la exploración de relaciones funcionales, la formulación de hipótesis y la revisión iterativa de estrategias, fortaleciendo la autorregulación y la agencia del alumnado (Jääskelä et al., 2017).

Por otro lado, enfoques como el *Personalized Adaptive Learning* (PAL), apoyados en sistemas de inteligencia artificial adaptativa, amplían las posibilidades de estos itinerarios de aprendizaje al facilitar experiencias ajustadas a las necesidades de cada estudiante. Para ello, los sistemas de inteligencia artificial adaptativa analizan el desempeño del alumnado y adaptan dinámicamente las actividades en función de sus características y progresos (Peng et al., 2019; Romero Alonso et al., 2024). A su vez, permiten identificar patrones de comprensión, anticipar dificultades y ofrecer apoyos diferenciados que favorecen la progresión conceptual. La implementación de este tipo de enfoques resulta especialmente pertinente en educación matemática, ya que el aprendizaje de esta disciplina posee un carácter acumulativo y progresivo, de modo que la comprensión de nuevos conceptos depende, en gran medida, de la consolidación de aprendizajes previos. En este contexto, algunos sistemas adaptativos recurren a modelos de representación del conocimiento, como la *Knowledge Space Theory*, para estimar qué conocimientos han sido consolidados y cuáles requieren nuevas oportunidades de aprendizaje, favoreciendo la configuración de trayectorias de aprendizaje ajustadas al estado cognitivo del alumnado (Bentancor Biagas et al., 2024).

Además de contribuir a la personalización de los itinerarios de aprendizaje, estos sistemas enriquecen la retroalimentación durante la resolución de problemas. Más allá de indicar si una respuesta es correcta o incorrecta, pueden detectar patrones de error, reconocer estrategias recurrentes y ofrecer orientaciones específicas que promueven la reflexión sobre los propios procesos de razonamiento (Romero Alonso et al., 2024). Del mismo modo, los Sistemas de Tutoría Inteligente proporcionan explicaciones y sugerencias adaptadas que favorecen la autorregulación y la construcción progresiva del significado matemático (Peng et al., 2019). No obstante, la evidencia empírica sobre la contribución específica de estas tecnologías al desarrollo del pensamiento algebraico temprano continúa siendo limitada. Aunque los resultados disponibles son prometedores, todavía es necesario profundizar en las condiciones pedagógicas que favorecen su integración efectiva en los procesos de generalización, razonamiento relacional y construcción de significado algebraico.

En este contexto, el potencial educativo de estas tecnologías depende de la mediación docente. Es el profesorado quien interpreta la información generada por los sistemas adaptativos, la contextualiza en función de los objetivos de aprendizaje y diseña experiencias que articulan recursos tecnológicos con estrategias didácticas orientadas a la comprensión conceptual (Laurillard, 2012; Gómez-García et al., 2025). De este modo, la personalización puede contribuir al desarrollo del pensamiento algebraico temprano sin reducirse a procesos automatizados de ejercitación.

Considerando los aportes analizados, los itinerarios flexibles permiten comprender el desarrollo del pensamiento algebraico temprano como una trayectoria gradual en la que el pensamiento computacional actúa como mediador cognitivo y la inteligencia artificial adaptativa potencia la personalización y acompañamiento del aprendizaje. En definitiva, el potencial de estas tecnologías depende de una integración pedagógica intencional que articule dichos recursos con propuestas didácticas orientadas a la construcción de significado matemático, la generalización y el razonamiento algebraico.

3.5. Retos éticos y mediación docente

La incorporación del pensamiento computacional y de la inteligencia artificial adaptativa ofrece nuevas oportunidades para personalizar el aprendizaje matemático y contribuir a la construcción progresiva del pensamiento algebraico temprano. Sin embargo, su potencial educativo no depende exclusivamente de las capacidades tecnológicas disponibles, sino también de las condiciones pedagógicas y éticas que orientan su implementación (Laurillard, 2012).

Uno de los principales desafíos consiste en evitar que estas tecnologías reproduzcan enfoques centrados en la automatización de tareas o en la repetición de procedimientos. Su valor educativo radica en la posibilidad de favorecer procesos de razonamiento, modelización, argumentación y construcción de significado matemático, más que en incrementar la eficiencia de la enseñanza (Bentancor Biagas et al., 2024).

Asimismo, el uso creciente de sistemas inteligentes plantea cuestiones relacionadas con la privacidad de los datos, la transparencia algorítmica y la posible reproducción de sesgos en los modelos predictivos empleados para apoyar la toma de decisiones educativas (Jacovkis et al., 2024). Estas consideraciones adquieren especial relevancia en educación primaria, donde la protección de los derechos del alumnado constituye un principio fundamental.

En este escenario, el profesorado desempeña un papel central como mediador pedagógico. Su función no se limita al uso de herramientas tecnológicas, sino que implica seleccionar recursos, interpretar la información generada por los sistemas inteligentes y garantizar que las decisiones educativas respondan a objetivos formativos explícitos (Gómez-García et al., 2025; Laurillard, 2012). Por ello, la formación docente requiere incorporar competencias relacionadas con la alfabetización digital crítica, la comprensión de los sistemas algorítmicos y la valoración de sus implicaciones éticas (Jacovkis et al., 2024).

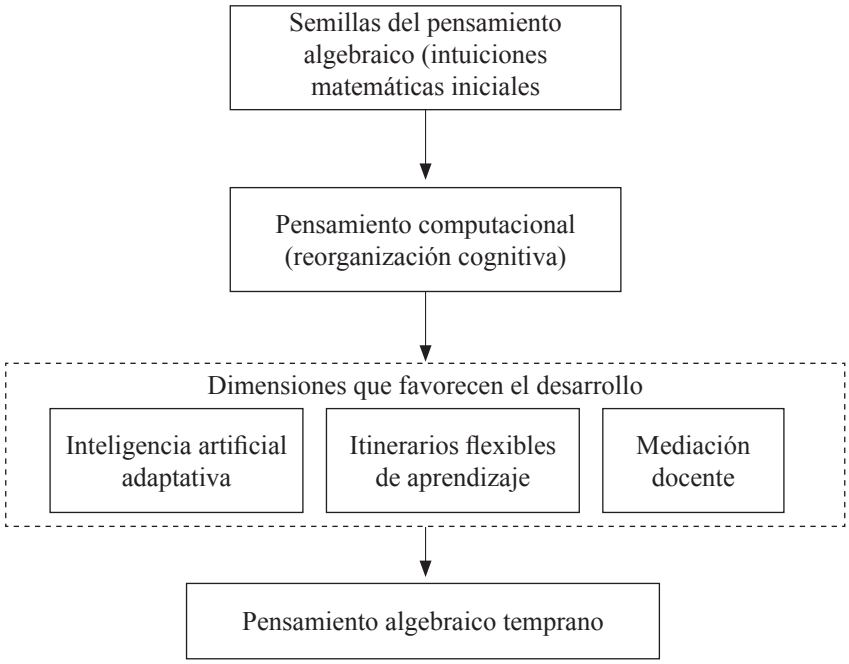
La literatura revisada permite interpretar el desarrollo del pensamiento algebraico temprano como un proceso en el que convergen tres dimensiones complementarias. En primer lugar, el pensamiento computacional favorece la identificación de regularidades, la generalización y la modelización mediante formas de representación y exploración de relaciones matemáticas. En

segundo lugar, la inteligencia artificial adaptativa amplía las posibilidades de personalización y acompañamiento de las trayectorias de aprendizaje. Finalmente, la mediación docente articula ambos recursos en propuestas didácticas orientadas a la comprensión conceptual y al desarrollo progresivo del razonamiento algebraico.

3.6. Hacia un modelo integrador del pensamiento algebraico temprano mediado por pensamiento computacional e inteligencia artificial adaptativa

A partir de la literatura analizada, se propone un modelo integrador que articula las contribuciones del pensamiento computacional, la inteligencia artificial adaptativa, los itinerarios flexibles de aprendizaje y la mediación docente en el desarrollo del pensamiento algebraico temprano. A partir de esta concepción, el aprendizaje algebraico se concibe como un proceso gradual de construcción conceptual en el que las intuiciones matemáticas iniciales del alumnado son progresivamente reorganizadas mediante experiencias de aprendizaje orientadas a la identificación de patrones, la generalización y la modelización de relaciones matemáticas.

La Figura 1 muestra las relaciones conceptuales identificadas entre estos elementos. En ella se destaca el papel del pensamiento computacional como mediador cognitivo para la construcción del pensamiento algebraico temprano, mientras que la inteligencia artificial adaptativa y los itinerarios flexibles de aprendizaje amplían las posibilidades de personalización y acompañamiento del proceso. Asimismo, la mediación docente actúa como elemento articulador que orienta pedagógicamente estas experiencias y favorece la progresiva formalización del razonamiento algebraico.



Página 153, lí

Página 153, lí

Figura 1. Modelo conceptual para el desarrollo del pensamiento algebraico temprano
Fuente: Elaboración propia a partir de la literatura revisada

Con el propósito de profundizar en las dimensiones que conforman este modelo, la Tabla 1 sintetiza los principales procesos cognitivos involucrados, sus aplicaciones educativas, las contribuciones específicas al pensamiento algebraico temprano y el papel del profesorado en la articulación de estos recursos en propuestas de enseñanza orientadas a la comprensión matemática.

Tabla 1. Mediación tecnológica y dimensiones del pensamiento algebraico temprano

Enfoque mediador	Procesos cognitivos asociados	Aplicación educativa	Contribución al pensamiento algebraico temprano	Relación con la formalización algebraica	Rol docente
Pensamiento computacional	Abstracción, descomposición, reconocimiento de patrones, pensamiento algorítmico y modelización	Actividades unplugged, programación visual, robótica educativa y resolución de problemas	Favorece la generalización, la identificación de regularidades, el razonamiento relacional y el pensamiento funcional	Facilita la transición desde la observación de patrones y relaciones hacia la formulación de reglas generales y representaciones cada vez más estructuradas	Diseñar experiencias que permitan identificar regularidades, formular conjeturas, comparar estrategias y construir reglas generales
Inteligencia artificial adaptativa	Personalización, andamiaje dinámico, retroalimentación inmediata, monitoreo del progreso y análisis de datos de aprendizaje	Sistemas de tutoría inteligente, plataformas adaptativas y analíticas de aprendizaje	Facilita apoyos ajustados a las necesidades, conocimientos previos y trayectorias individuales de aprendizaje	Permite acompañar progresiones diferenciadas hacia niveles más complejos de razonamiento algebraico, respetando ritmos y necesidades diversas	Interpretar analíticas de aprendizaje, contextualizar la información generada por los sistemas y orientar decisiones pedagógicas fundamentadas
Itinerarios flexibles de aprendizaje	Autorregulación autonomía, agencia, reflexión metacognitiva y toma de decisiones sobre el aprendizaje	Trayectorias personalizadas, entornos digitales de aprendizaje y secuencias adaptativas	Favorece progresiones diferenciadas en la construcción conceptual y la articulación entre conocimientos previos y nuevos aprendizajes	Facilita el tránsito gradual desde intuiciones matemáticas iniciales hacia procesos de generalización y formalización algebraica	Promover la participación activa del alumnado, acompañar procesos de reflexión y sostener la construcción progresiva del conocimiento
Mediación pedagógica docente	Interpretación, contextualización, regulación, acompañamiento y toma de decisiones didácticas	Diseño de experiencias de aprendizaje, selección de recursos y evaluación formativa	Integra y articula las distintas herramientas y estrategias para favorecer aprendizajes significativos	Garantiza que la formalización algebraica emerja de experiencias matemáticas comprensivas y no de la aplicación mecánica de procedimientos	Diseñar, interpretar, adaptar y evaluar las experiencias educativas desde criterios pedagógicos, éticos e inclusivos

Fuente: elaboración propia.

La síntesis presentada en la Tabla 1 permite comprender que el desarrollo del pensamiento algebraico temprano no depende de un único factor, sino de la interacción entre diversos procesos cognitivos, recursos tecnológicos y decisiones pedagógicas. Desde esta perspectiva, el pensamiento computacional aporta herramientas para la identificación de patrones, la generalización y la modelización de relaciones matemáticas, mientras que la inteligencia artificial adaptativa amplía las posibilidades de personalización mediante apoyos ajustados a las características y necesidades del alumnado. A su vez, los itinerarios flexibles de aprendizaje favorecen trayectorias diferenciadas de construcción conceptual, y la mediación docente actúa como elemento articulador que otorga sentido pedagógico a estas experiencias. En conjunto, estas dimensiones configuran un marco integrador que permite interpretar el pensamiento algebraico temprano como un proceso gradual de formalización, en el que la tecnología constituye un medio para favorecer la comprensión matemática, pero no sustituye el papel fundamental de la intervención educativa.

4. CONCLUSIONES

La revisión realizada permite sostener que el desarrollo del pensamiento algebraico temprano constituye una oportunidad para replantear la enseñanza de las matemáticas en educación primaria desde una perspectiva centrada en las relaciones, las estructuras y los procesos de generalización. La literatura analizada muestra que el razonamiento algebraico puede comenzar a desarrollarse desde los primeros años de escolarización mediante experiencias de aprendizaje que favorezcan la identificación de patrones, la exploración de regularidades y la construcción progresiva de relaciones matemáticas significativas.

La principal aportación de este trabajo consiste en proponer una interpretación integradora de la literatura que articula cuatro dimensiones complementarias: las intuiciones matemáticas iniciales del alumnado, el pensamiento computacional, la inteligencia artificial adaptativa y la mediación pedagógica docente. Desde esta perspectiva, el pensamiento computacional puede entenderse como un mediador cognitivo que favorece la abstracción, la modelización y la generalización, mientras que la inteligencia artificial adaptativa amplía las posibilidades de personalización y acompañamiento de las trayectorias de aprendizaje. No obstante, la efectividad de estas tecnologías depende de su integración en propuestas pedagógicas orientadas a la comprensión conceptual y al desarrollo progresivo del razonamiento algebraico.

En consecuencia, el modelo conceptual propuesto permite interpretar el aprendizaje algebraico como una trayectoria gradual de formalización en la que las y los estudiantes avanzan desde intuiciones matemáticas iniciales hacia formas cada vez más complejas de razonamiento relacional, funcional y generalizador. En este proceso, la tecnología no sustituye la acción educativa, sino que amplía las posibilidades de representación, exploración y apoyo al aprendizaje bajo la guía y mediación del profesorado.

Desde una perspectiva educativa, los hallazgos sugieren la conveniencia de diseñar experiencias de aprendizaje que integren actividades de reconocimiento de patrones, modelización y resolución de problemas apoyadas en estrategias de pensamiento computacional, complementadas con herramientas de inteligencia artificial adaptativa que permitan ofrecer apoyos diferenciados. Estas propuestas requieren una mediación docente orientada a favorecer la comprensión

conceptual, la argumentación matemática y la construcción progresiva del pensamiento algebraico desde las primeras etapas educativas.

Entre las limitaciones del presente trabajo debe señalarse el carácter narrativo de la revisión, que no persigue la identificación exhaustiva de toda la evidencia disponible ni la evaluación sistemática de la calidad metodológica de los estudios incluidos. En consecuencia, las interpretaciones propuestas deben entenderse como una síntesis teórica orientada a identificar convergencias conceptuales y líneas de desarrollo futuras. Será necesario complementar estas aportaciones mediante investigaciones empíricas que permitan contrastar y profundizar en las relaciones planteadas entre pensamiento algebraico temprano, pensamiento computacional e inteligencia artificial adaptativa.

REFERENCIAS

Bentancor Biagas, G., Velázquez, L., & Noguera Rosas, P. (2024). Inteligencia Artificial para personalizar el aprendizaje de Matemática. Una mirada a un curso de ALEKS para docentes de Educación Media de Uruguay. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, *37*, e22. https://doi.org/10.24215/18509959.37.e22

Bers, M. U. (2020). *Coding as a Playground*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003022602

Blanton, M. L., & Kaput, J. J. (2011). *Functional Thinking as a Route Into Algebra in the Elementary Grades* (pp. 5-23). https://doi.org/10.1007/978-3-642-17735-4_2

Carpenter, T. P., Franke, M. L., & Levi, L. (2003). *Thinking mathematically: Integrating arithmetic and algebra in elementary school*. Heinemann.

Carraher, D. W., Martinez, M. v., & Schliemann, A. D. (2008). Early algebra and mathematical generalization. *ZDM*, *40*(1), 3-22. https://doi.org/10.1007/s11858-007-0067-7

diSessa, A. A. (1993). Toward an Epistemology of Physics. *Cognition and Instruction*, *10*(2-3), 105-225. https://doi.org/10.1080/07370008.1985.9649008

Gómez-García, M., Ruiz-Palmero, J., Boumadan-Hamed, M., & Soto-Varela, R. (2025). Percepciones de futuros docentes y pedagogos sobre uso responsable de la IA. Un instrumento de medida. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *28*(2). https://doi.org/10.5944/ried.28.2.43288

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information & Libraries Journal*, *26*(2), 91-108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K–12. *Educational Researcher*, *42*(1), 38-43. https://doi.org/10.3102/0013189X12463051

Herscovics, N., & Linchevski, L. (1994). A cognitive gap between arithmetic and algebra. *Educational Studies in Mathematics*, *27*(1), 59-78. https://doi.org/10.1007/BF01284528

Holmes, W., Nguyen, Q., Zhang, J., Mavrikis, M., & Rienties, B. (2019). Learning analytics for learning design in online distance learning. *Distance Education*, *40*(3), 309-329. https://doi.org/10.1080/01587919.2019.1637716

Jacovkis, J., Rivera-Vargas, P., & Helsper, E. J. (2024). Plataformización de la Educación Pública: Propuestas para abordar las Desigualdades Socio-Digitales y Reforzar el Rol de la

Administración Pública en Cataluña. *International and Multidisciplinary Journal of Social Sciences*, 1-19. https://doi.org/10.17583/rimcis.12387

Jääskelä, P., Poikkeus, A.-M., Vasalampi, K., Valleala, U. M., & Rasku-Puttonen, H. (2017). Assessing agency of university students: validation of the AUS Scale. *Studies in Higher Education*, *42*(11), 2061-2079. https://doi.org/10.1080/03075079.2015.1130693

Kaput, J. J. (2008). What is algebra? What is algebraic reasoning? En J. J. Kaput, D. W. Carraher y M. L. Blanton (Eds.), *Algebra in the early grades* (pp. 5–18). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315097435-2

Kieran, C. (2022). The multi-dimensionality of early algebraic thinking: background, overarching dimensions, and new directions. *ZDM – Mathematics Education*, *54*(6), 1131-1150. https://doi.org/10.1007/s11858-022-01435-6

Laurillard, D. (2012). *Teaching as a Design Science*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203125083

Levin, M., & Walkoe, J. (2022). Seeds of algebraic thinking: a Knowledge in Pieces perspective on the development of algebraic thinking. *ZDM – Mathematics Education*, *54*(6), 1303-1314. https://doi.org/10.1007/s11858-022-01374-2

Peng, H., Ma, S., & Spector, J. M. (2019). *Personalized Adaptive Learning: An Emerging Pedagogical Approach Enabled by a Smart Learning Environment* (pp. 171-176). https://doi.org/10.1007/978-981-13-6908-7_24

Pérez-Narváez, H. O., & Roig-Vila, R. (2015). Entornos de programación no mediados simbólicamente para el desarrollo del pensamiento computacional. Una experiencia en la formación de profesores de Informática de la Universidad Central del Ecuador. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, *46*. https://doi.org/10.6018/red/46/9

Pérez-Garcias, A., Tur, G., Villatoro Moral, S., & Darder-Mesquida, A. (2022). Flexible Learning Itineraries in Digital Environments for Personalised Learning in Teacher Training. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *25*(2). https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32326

Radford, L. (2018). *The Emergence of Symbolic Algebraic Thinking in Primary School* (pp. 3-25). https://doi.org/10.1007/978-3-319-68351-5_1

Romero Alonso, R., Araya Carvajal, K., & Reyes Acevedo, N. (2024). Rol de la Inteligencia Artificial en la personalización de la educación a distancia: una revisión sistemática. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *28*(1). https://doi.org/10.5944/ried.28.1.41538

Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, *25*(1), 127-147. https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

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), 39. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

Chapter 14. A conceptual framework for ai in professional military education. Foundations for future comparative studies

Cristina Prego de Oliver-Lopez
https://orcid.org/0000-0001-7997-7700, Universidad Rey Juan Carlos (Spain)

Abstract: This chapter analyses recent scholarship on Artificial Intelligence (AI)'s integration into Professional Military Education (PME), emphasising pedagogical and institutional applications over operational uses. Through a structured qualitative literature review of peer-reviewed literature from 2019-2026, it maps AI tools like adaptive systems, simulations, analytics, and generative aids, highlighting benefits for differentiated learning and judgment alongside risks such as automation bias, opacity, and ethical concerns. The study stresses AI literacy, human oversight, and research gaps in training/tactics and cross-national comparisons, advocating cautious adoption rooted in educational principles.

Keywords: artificial intelligence, professional military education, ai literacy, pedagogical integration, ethical risks.

1. INTRODUCTION

The growing presence of Artificial Intelligence (AI) in military contexts has prompted intense debate, largely centred on autonomous weapons, decision-support systems, and strategic competition between states (Horowitz, 2018; Johnson, 2019). Amidst this debate, a subtler yet significant transformation has been taking place within Professional Military Education (PME). Military academies, command and staff colleges, and defence universities are increasingly experimenting with AI-enabled educational technologies to support learning, assessment, and curriculum design. Johnson (2019) "argues that left unchecked the uncertainties and vulnerabilities created by the rapid proliferation and diffusion of AI could become a major potential source of instability and great power strategic rivalry".

PME operates under unique constraints: it must prepare officers and defence professionals for complex, ambiguous decision-making while maintaining ethical accountability, institutional legitimacy, and human judgment (King, 2010). Today's battlefields demand increased tech literacy and sharp thinking These strains have grown louder while operational environments turn more technology-driven and cognitively demanding. AI is being explored not as a replacement for professional judgment but as a tool to support pedagogy. This facilitates adaptive learning, produces personalised feedback, and enables large-scale simulation-based education, consistent with the AIEd (AI in Education) concept coined by Luckin et al. (2016).

It is important to distinguish between educational AI and operational AI. This study does not examine AI in weapons systems, autonomous platforms, or battlefield decision-making, as these areas, though strategically significant, raise distinct ethical, legal, and technical questions. Rather, the focus here is on AI within military education, specifically its role in supporting teaching, learning, assessment, and institutional effectiveness.

However, operational context cannot be ignored. The rapid integration of AI into military capabilities has increased pressure on PME institutions to ensure that future officers develop AI literacy, critical awareness, and ethical competence (Payne, 2018). Consequently, operational AI and strategic competition are considered only as contextual factors and are explicitly identified as subjects for future research.

1.1. Objectives and research questions

This framework is designed to provide a structured foundation for understanding the role of AI in Professional Military Education (PME). Its purpose is to clarify key concepts, identify categories of AI applications, and highlight the pedagogical, ethical, and institutional considerations that emerge from their adoption. By establishing these foundational elements, the framework aims to guide future research, comparative studies, and practical implementations of AI in military education.

This chapter is guided by four core objectives: (1) to map AI tools and systems used in Professional Military Education (PME); (2) to weigh the pedagogical strengths and limits of AI-supported PME; (3) to gauge the risks, ethical issues and institutional impacts of AI adoption; (4) to lay the groundwork for cross-national comparisons of AI in PME. These aims are addressed through a guiding question, how is AI currently being integrated into PME, and what pedagogical opportunities and limitations does this create, and which ethical, professional and institutional challenges emerge that should shape future research and practice?

2. METHODOLOGY

This chapter is based on a structured qualitative literature review (Petticrew & Roberts, 2006; Gough, Oliver, & Thomas, 2017). The corpus comprises the academic references listed at the end of the chapter, which were identified through searches in Scopus, Web of Science and Google Scholar for the period 2019-2026, combining terms such as “artificial intelligence” AND “military education”, “professional military education” AND “AI”, “AI in education” AND “defence”, and “adaptive learning” AND “military training”.

Inclusion criteria restricted the selection to peer-reviewed journal articles and academic books that explicitly addressed AI in educational or training contexts and were directly relevant to military, defence or professional education. Studies focused solely on autonomous weapons or combat systems, purely technical engineering papers with no educational analysis, and non-academic or opinion pieces were excluded. Screening and selection followed the main stages outlined in PRISMA (identification, screening, eligibility and inclusion), adapted to the scope of a qualitative, concept-driven review.

Given the limited and highly selective nature of the available literature, the set of works reviewed is relatively small and predominantly in English. This constitutes a clear limitation on the generalisability of the findings, but it also highlights the need for further empirical research on AI in PME.

3. CONCEPTUAL FRAMEWORK: ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PROFESSIONAL MILITARY EDUCATION

This section examines academic literature published between 2019 and 2026, focusing on AI's current applications, future potential, and the challenges associated with its use in military training and education. By reviewing peer-reviewed journal articles and academic books, the chapter addresses key themes (the pedagogical implications of AI, its institutional adoption, and associated risks) while maintaining a balanced critical perspective.

3.1. Positioning AI within professional military education

Challenges in delivering university-level education within the military training system include time constraints, curriculum autonomy, and the balance between education and training in military academies (Powell & Townley, 2025). In some countries, PME leads to civilian degrees (BA, MA), while in others, like the UK and Denmark, it does not for initial officer postings. Civilian universities like King's College London and the University of Portsmouth also offer PME programs for the defence sector. Thus, PME spans both military organizations and civilian settings, with or without civilian degrees (Enstad & Hagen, 2025).

Enstad & Hagen (2025) conducted the first scoping review of English-language, peer-reviewed literature on professional military education (PME) in the twenty-first century. Their work identified recurring themes, such as critical thinking, professional judgment, and "phronesis (practical wisdom) in a professional context" (Enstad & Hagen, 2025). These highlight the challenges that arise in education when applying theoretical knowledge to practical situations.

Effective education and training in PME rest not on knowledge acquisition alone, but on developing judgment, ethical reasoning, and professional discretion.

Within this context, Artificial Intelligence should not work as a replacement for human cognition or command authority, but as a pedagogical support. Drawing on established frameworks in AI in education, AI can be understood as a cognitive amplifier, a set of tools designed to support learning processes, feedback, reflection, and analysis rather than automate outcomes (Luckin et al., 2016).

AI integration in defence education aligns with NATO's efforts to build a technically skilled workforce capable of understanding and applying AI. This requires developing AI skills alongside ethical decision-making, particularly professional judgment and responsibility in AI-enabled operations (NATO, 2021).

3.2. Categories of AI relevant to military education

Based on the literature, AI applications in PME can be grouped into four broad, overlapping categories. These categories form the conceptual backbone of this study and structure subsequent analysis of tools and platforms.

3.2.1. Adaptive learning and intelligent tutoring systems

Adaptive learning systems use AI algorithms to adjust instructional content, pacing, and feedback in response to learners' performance (Woolf, 2010). In PME, such systems are particularly

relevant for heterogeneous cohorts, where officers enter programmes with varied professional backgrounds, operational experience, and academic preparation.

Research in AI-supported education suggests that adaptive systems can: (1) identify knowledge gaps; (2) deliver targeted interventions (remediation); (3) support self-paced learning while maintaining academic standards (Luckin et al., 2016).

Yet adaptive learning in PME raises important questions about standardisation versus diversity. Excessive personalisation may distort shared professional foundations, while insufficient adaptation risks disengagement. This tension is key to evaluating AI's pedagogical value in military education as "effective inclusion relies heavily on teachers possessing the necessary depth of expertise" and their choice of methodology use, systems deployed and choice of adaptations (Westwood, 2018).

3.2.2. AI-supported simulation and scenario-based learning

Simulation-based education has long been a cornerstone of military training. AI extends this tradition by enabling more dynamic, responsive, and data-rich learning environments. AI-supported simulations help with (1) identifying most effective decisions; (2) including those related to possible cyber-attacks and general crisis; (3) generating different scenarios and outcomes, evaluating performance of each line of action; (4) providing post-exercise analytical feedback to support optimisation (Bruzzone et al., 2022)

Simulations provide safe opportunities for novices to undertake complex tasks, make mistakes, and develop professional skills without exposing themselves, other persons, or equipment to harm (Sellberg & Lindwall, 2026).

In PME, these focus on education, not operational rehearsal. The goal is to expose learners to complexity, ambiguity, and second-order effects rather than optimise tactics. AI-enhanced simulations thus support experiential learning by enabling reflection on decisions, assumptions, and consequences.

Benefits of introducing AI into military training include faster learning, improved adaptability, and the ability to incorporate emerging threats into training scenarios, keeping simulations relevant to modern warfare. Yet, there are also challenges, particularly concerning data reliability and the removal of bias in AI systems, as even small errors can lead to significant variations in outcomes. Cyber resilience is another concern, as AI systems could be vulnerable to cyberattacks that compromise training integrity. Ethical issues also emerge, with debates on balancing the use of AI while preserving human decision-making skills. Additionally, there is the risk of soldiers becoming overly reliant on AI, making them vulnerable if systems fail or are compromised (Ortmann, 2024).

Scholars caution that simulations, especially those driven by opaque algorithms, may encode implicit assumptions about conflict, rationality, or success; "whether the model can reflect the essence of the real system, whether the structure and parameters are properly set, and whether the simulation results are reliable, all need to be strictly validated, but the workload is huge" (Luan, 2024). Faculty research and training in AI, mediation, data verification and validation, and critical reflection remain essential.

3.2.3. AI for assessment, feedback, and learning analytics

AI-driven assessment tools are increasingly used in higher education to support formative feedback, writing analysis, and tracking performance (Williamson & Eynon, 2020). In PME, these tools are attractive because they can support (1) managing large cohorts; (2) providing timely feedback; (3) offering intelligent tutors; (4) identifying patterns in learners' engagement and reasoning.

Large language models (LLMs), a specialized class of machine learning models for language-based tasks, have advanced rapidly as a pivotal element of Generative Artificial Intelligence (GenAI). This growth has generated increasing interest in their application to programming education, with emerging studies examining their use in supporting assignments, generating code explanations, assisting with debugging (assisting with debugging (AI scans code for syntax/logic errors and suggests fixes), and providing personalised formative feedback (Na Nongkhai et al., 2026).

However, assessment in PME demands interpretive judgment, ethical reasoning, and leadership. AI-based assessment must therefore be understood as decision-support for educators, not as autonomous evaluators. "While AI offers the promise of improved educational outcomes, it also poses risks in terms of reducing the role of human judgment and undermining professional educational practices" tracking (Williamson & Eynon, 2020).

The literature highlights the risk of automation bias, where human instructors may overtrust algorithmic outputs (Parasuraman & Riley, 1997). In PME contexts, such bias could have profound implications for professional development and institutional legitimacy. Scholars have urged "to embed critical thinking in military curricula" since at least 1973 through 2018 (Goode, 2019). Pedagogical models remain scarce in the literature, exposing a clear gap in discussions of training and tactics within PME. Most scholarship prioritizes strategic thinking, leadership, and ethics, overlooking how practical skills training shapes professional practice (Enstad & Hagen, 2025).

Beyond this, other factors may also explain this gap, such as security concerns, classification of tactical knowledge, and strategic sensitivities, which can limit open academic analysis of military training and tactics.

3.2.4. Generative AI and knowledge support tools

Advances in large language models (LLMs) have introduced generative AI tools capable of summarising texts, generating scenarios, supporting writing, and facilitating discussion. In education, these serve as "cognitive partners" (Kasneci et al., 2023), assisting learners in structuring arguments, exploring perspectives, and engaging with complex material.

In PME, generative AI presents both opportunities and risks. On the one hand, it can support preparation for seminars, aid reflective writing, and improve access to complex bodies of knowledge; on the other hand, it raises concerns about intellectual dependency, homogenisation of reasoning, and erosion of individual analytical voice.

In addition to these pedagogical opportunities and risks, large language models (LLMs) raise further concerns related to bias and style imitation. Although LLMs learned from enormous datasets that included a wide range of information, sometimes presented in different

contexts, biased voice or passive voice (user) could prompt the AI tool to seek matching style. This means the response could be equally biased or passive in response to the prompt (Biggs, 2025).

This reinforces the importance of AI literacy for both educators and officers as a core component of PME curricula, ensuring they understand not only how to use AI tools, but how to critically evaluate them. Emerging literature now examines the design of AI-enhanced pedagogies within immersive environments. These studies demonstrate how generative AI can be pedagogically structured to scaffold learners' interactions in VR contexts, while supporting deeper reflective learning experiences (Hemminki-Reijonen et al., 2025).

3.3. Pedagogical foundations and learning theories

The integration of AI into PME must be grounded in established learning theory. Three theoretical perspectives are particularly relevant: (1) experiential learning (Kolb, 2015), which emphasises reflection on experience as the basis of professional growth; (2) situated learning (Lave & Wenger, 1990), which highlights the importance of context and social interaction; (3) adult learning theory; (4) andragogy (Knowles, 1978), which recognises learners as self-directed professionals with prior experience.

PME routinely applies these frameworks. Air War College employs Kolb's experiential cycle in wargames, where officers debrief field experiences, reflect in seminars, and test strategies in simulations (NDU Press, 2024). ROTC (Reserve Officers' Training Corps) programmes leverage situated learning through field training labs, embedding cadets in communities of practice with mentors (SEMO Air Force ROTC, 2025). Andragogy drives self-directed officer development in USAF (United States Air Force) programs, building on prior operational experience (IDB, 2021).

AI tools can support these frameworks by enabling adaptive feedback, realistic scenarios, and iterative reflection. Despite this, the literature consistently cautions that technology does not determine pedagogy; institutional design and faculty practice do (Williamson & Eynon, 2020).

This section deliberately excludes Operational AI systems, such as autonomous weapon systems, targeting algorithms, or battlefield decision aids, which are not analysed here for various reasons. First, its complex ethical implications due to commonly referenced bias events and second "given the legal, operational and ethical challenges posed by AWS" (Samad, 2024). It analyses the literature on AI's pedagogical applications in military education, tracing patterns in institutional adoption, integration challenges, and the balance between opportunities and risks. The reviewed sources present AI's transformative potential for PME while underscoring significant concerns that demand careful consideration. Scholars advocate a measured approach, innovative yet grounded in established pedagogical principles, to guide AI's role in officer development. Future comparative studies on how different nations integrate AI into military education amid strategic competition remain a clear research gap. Together, these findings provide the conceptual framework for the subsequent analysis of specific tools and platforms, ethics, and governance.

4. CONCLUSION AND DIRECTIONS FOR FUTURE RESEARCH

This paper synthesises recent scholarship on Artificial Intelligence within Professional Military Education by focusing explicitly on its educational, pedagogical, and institutional applications rather than its operational or battlefield uses. By adopting a structured qualitative review of peer-reviewed literature published between 2019-2026, the study has sought to clarify how AI is currently being positioned within PME and to assess both its potential value and its limitations. In doing so, it contributes to an emerging body of scholarship that treats AI in education not as a disruptive force, but as a set of tools whose effects are shaped by institutional context, pedagogical intent, and professional norms (Luckin et al., 2016; Williamson & Eynon, 2020).

The analysis demonstrates that AI is already being applied across key areas of military education, including adaptive learning systems, simulation and scenario-based learning environments, assessment and learning analytics, and generative knowledge support tools. Across these domains, the literature suggests that AI can enhance PME provisions by supporting differentiated learning, exposing learners to complex and dynamic decision environments, and enabling more timely and structured feedback, particularly in large or diverse cohorts (Woolf, 2010; Bruzzone et al., 2022; Kasneci et al., 2023). When aligned with experiential, situated, and adult learning theories, these applications have the potential to support reflective practice and the development of professional judgment that is central to PME (Kolb, 2015; Lave & Wenger, 1990; Knowles, 1978).

The findings consistently highlight significant constraints and risks associated with AI adoption in military education. Concerns related to automation bias, opacity of algorithms, data quality, and fears of AI undermining ethical reasoning and critical thinking remain prominent in the literature (Parasuraman & Riley, 1997; Williamson & Eynon, 2020). These risks are of particular concern in PME contexts, where legitimacy depends on nurturing judgment, responsibility, and moral agency over mere technical efficiency. The review underscores that AI assessment and decision-support systems must stay under human educational supervision, guided by experienced, AI-literate faculty skilled in contextual judgment and critical oversight.

A further contribution of this paper lies in stressing AI literacy as essential for PME curricula. As AI systems embed deeper in military organisations and operational planning, officers must be equipped not only to use such tools, but also to understand their limitations, biases, and ethical implications (Payne, 2018; NATO, 2021). The reviewed literature suggests that PME institutions bear responsibility for framing AI as both a subject for critical inquiry and a practical resource, reinforcing professional accountability rather than diminishing it.

This study highlights notable gaps in the existing scholarship. While substantial attention has been given to leadership, ethics, and strategic cognition, comparatively little research has explored the intersection of AI with training, tactics, and practical skill development within PME. This gap may reflect issues of classification and security sensitivity (Enstad & Hagen, 2025) yet addressing it remains an important priority for future research. Furthermore, a structured analysis of current AI tools and platforms in PME, considering their pedagogical potential, limitations, ethics, its governance, risks, and challenges, together with comparative studies of how different states govern and integrate AI into military education, would provide valuable insights into the interplay between strategic culture, institutional design, and educational practice in shaping AI adoption.

In conclusion, AI holds the potential to function as a meaningful pedagogical support within Professional Military Education, but only when its use is guided by clear educational principles, robust ethical frameworks, and sustained human oversight. This paper provides a conceptual foundation for future empirical and comparative research, and argues for a cautious, reflective approach to AI integration that reinforces, rather than replaces, the human judgment and professional responsibility at the core of military education.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was conducted during an academic research visit to the University of Portsmouth, authorised by Universidad Rey Juan Carlos.

The author thanks Dr Daffyd Townley and Dr Matthew Powell (Royal Air Force Halton, University of Portsmouth) for their valuable guidance, supervision and feedback throughout this study.

Generative AI tools were utilised as research assistants and for improving readability. All AI-generated content was critically reviewed, substantially edited, and verified by the human authors following the recommendations made by the R4C-IRG Interdisciplinary Research Group: Scaling Complex Thinking for All and the Educational Technology Unit of the Institute for the Future of Education (IFE) on the use of generative AI in scientific work.

REFERENCES

Biggs, A. (2025, April). *Enhancing professional military education with AI: Best practices for effective implementation*. *Journal of Military Learning*. https://acortar.link/vmX6Zv

Bruzzone, A. G., Sciomachen, A., Cepolina, E., Giovannetti, A., De Paoli, A., Ferrari, R., Gotelli, M., Pedemonte, M., Gadupuri, B., Fabbrini, G., Martella, A., Monaci, F., & Bucchianica, L. (2022). Serious games, simulation and IoT/IIoT for improving harbor performance. *Proceedings of the 24th International Conference on Harbor, Maritime and Multimodal Logistic Modeling & Simulation (HMS 2022)*. https://doi.org/10.46354/i3m.2022.hms.010

Enstad, K., & Hagen, A. M. (2026). No common understanding? A scoping review of professional military education in the twenty-first century. *Scandinavian Journal of Educational Research*, *70*(1), 80–100. https://doi.org/10.1080/00313831.2025.2459408

Goode, C. (2019). Best practice principles for professional military education: A literature review. *Journal of Defense Resources Management*, *10*, 5-20.

Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2017). An introduction to systematic reviews. *Psychology Teaching Review*, *23*(2), 95-96. https://doi.org/10.53841/bpsptr.2017.23.2.95

Hemminki-Reijonen, U., Hassan, N. M. A. M., Huotilainen, M., Koivisto, J. & Cowley, B. (2025). Design of generative AI-powered pedagogy for virtual reality environments in higher education. *npj Science of Learning*, *10*, 31. https://doi.org/10.1038/s41539-025-00326-1

Horowitz, M. C. (2018). Artificial intelligence, international competition, and the balance of power. *Texas National Security Review*, *1*(3), 36-57. https://doi.org/10.15781/T2639KP49

Institute for Defense & Business. (2021, January 10). The experiential learning model (ELM) in the military. https://www.idb.org/the-experiential-learning-model-elm-in-the-military/

Johnson, J. (2019). Artificial intelligence and future warfare: Implications for international security. *Defense & Security Analysis*, *35*(2), 147-169. https://doi.org/10.1080/14751798.2019.1600800

Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., Stadler, M., Weller, J., Kuhn, J., 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

King, A. (2011). *The transformation of Europe's armed forces: From the Rhine to Afghanistan*. Cambridge University Press.

Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). Pearson Education.

Knowles, M. S. (1978). Andragogy: Adult learning theory in perspective. *Community College Review*, *5*(3), 9-20. https://doi.org/10.1177/009155217800500302

Lave, J., & Wenger, E. (1990). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.

Luan, T. (2024). A comprehensive review of simulation technology: Development, methods, applications, challenges and future trends. *International Journal of Emerging Technologies and Advanced Applications*, *1*, 9-14. https://doi.org/10.62677/IJETAA.2405119

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson. https://edu.google.com/pdfs/Intelligence-Unleashed-Publication.pdf

Na Nongkhai, L., Wang, J., Wynn, A., & Mendori, T. (2026). Evaluating adaptive and generative AI-based feedback and recommendations in a knowledge-graph-integrated programming learning system. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *10*. 100526. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100526

NDU Press. (2024, July 15). *Implementing the Chairman's guidance on experiential learning*. National Defense University Press. https://ndupress.ndu.edu/Media/News/News-Article-View/Article/3840066/implementing-the-chairmans-guidance-on-experiential-learning-in-pme-classrooms/

North Atlantic Treaty Organization. (2021, October 22). *Summary of the NATO Artificial Intelligence Strategy*. NATO. https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_187617.htm

North Atlantic Treaty Organization. (2025). *Summary of the NATO Artificial Intelligence Strategy*. NATO. https://www.nato.int/en/about-us/official-texts-and-resources/official-texts/2021/10/22/summary-of-the-nato-artificial-intelligence-strategy

Ortmann, M. (2024, August 26). *Artificial intelligence in combat simulations: How AI is changing NATO soldier training*. Defense Magazine. https://www.defensemagazine.com/article/artificial-intelligence-in-combat-simulations-how-ai-is-changing-nato-soldier-training

Parasuraman, R., & Riley, V. (1997). Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse. *Human Factors*, *39*(2), 230-253. https://doi.org/10.1518/001872097778543886

Payne, K. (2018). Artificial intelligence: A revolution in strategic affairs? *Survival*, *60*(5), 7-32. https://doi.org/10.1080/00396338.2018.1518374

Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Blackwell. https://doi.org/10.1002/9780470754887

Powell, M., & Townley, D. (2025). The challenges and opportunities for academics in professional military education. *Defence Studies*, *25*(3), 644-661. https://doi.org/10.1080/14702436.2025.2467746

Samad, A. S. (2024). Regulating autonomous weapon systems: Challenges and future prospects. *Journal of Security & Strategic Analyses*, *10*(2), 41-58. https://doi.org/10.57169/jssa.0010.02.0318

Sellberg, C., & Lindwall, O. (2026). Simulation-based training in professional education: Learning, participation, and instructional design. *Instructional Science*, *54*, 9. https://doi.org/10.1007/s11251-025-09763-2

Southeast Missouri State University Air Force ROTC. (2025). Experiential learning. https://semo.edu/air-force-rotc/experiential-learning.html

Westwood, P. (2018). *Inclusive and adaptive teaching: Meeting the challenge of diversity in the classroom* (2nd ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781351061261

Williamson, B., & Eynon, R. (2020). Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology*, *45*(3), 223-235. https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995

Woolf, B. P. (2010). *Building intelligent interactive tutors*. Morgan Kaufmann.

Capítulo 15. “Humanos, máquinas y futuros posibles”: tres representaciones didácticas de la inteligencia artificial en universos transmedia

José Rovira-Collado
https://orcid.org/0000-0002-3491-8747, Universidad de Alicante (España)

Javier Fernández-Molina
https://orcid.org/0000-0002-9273-7821, Universidad de Alicante (España)

Copelia Mateo-Guillén
https://orcid.org/0009-0004-5198-1950, Universidad de Alicante (España)

María A. Ribes-Lafoz
https://orcid.org/0000-0001-8776-3016, Universidad de Alicante (España)

Resumen: La percepción que tenemos actualmente de la Inteligencia Artificial (IA) puede estar mediada por las representaciones que hemos visto o leído previamente en películas o novelas de ciencia ficción. Esta tecnología puede haber sido representada de distintas maneras, como modelos utópicos o distópicos. Este estudio teórico analiza cómo la IA aparece en tres narrativas transmedia concretas: Blade Runner (1982), Terminator (1984) y Matrix (1999). Desde los estudios culturales y la alfabetización transmediática se propone una descripción de las tres narrativas, su creación y su expansión transmedia. Se han seleccionado estas tres narrativas porque tienen distintas expansiones transmedia como películas, novelas, cómics o videojuegos, con producciones recientes en los últimos años que mantienen la narrativa viva y actualizada. Además, se plantea una breve propuesta didáctica centrada en estas tres narrativas para poder introducir en aulas universitarias distintas representaciones de la IA y trabajar con el alumnado sus múltiples posibilidades de creación y análisis de contenidos, desarrollando el pensamiento crítico.

Palabras clave: inteligencia artificial, narrativas transmedia, estudios culturales.

Abstract: Our current perception of Artificial Intelligence (AI) may be shaped by the depictions we have previously seen or read in science fiction movies or novels. This technology may have been portrayed in various ways, such as utopian or dystopian models. This theoretical study analyzes how AI appears in three specific transmedia narratives: Blade Runner (1982), Terminator (1984), and The Matrix (1999). Drawing on cultural studies and transmedia literacy, the study offers a description of the three narratives, their creation, and their transmedia expansion. These three narratives were selected because they have diverse transmedia expansions—including films, novels, comics, and video games—with recent productions in recent years that keep the narrative alive and up-to-date. Subsequently, a brief teaching proposal centered on these three narratives is presented to introduce different representations of AI in university classrooms and work with students on the multiple possibilities for content creation and analysis, thereby developing critical thinking.

Keywords: artificial intelligence, transmedia storytelling, cultural studies.

1. BIENVENIDO AL PAÍS DE LAS MARAVILLAS

La expansión de la Inteligencia Artificial (IA) en la vida cotidiana exige nuevas alfabetizaciones críticas capaces de ir más allá del aprendizaje técnico. Comprender qué es un algoritmo, cómo funcionan los modelos generativos o qué sesgos contienen resulta imprescindible (Álvarez-Herrero et al., 2026), pero también lo es analizar los imaginarios culturales, como por ejemplo los cinematográficos, que durante décadas han moldeado nuestra percepción de la IA (Vidal-Mestre, et al., 2023). En este contexto, las narrativas transmedia ofrecen una oportunidad educativa singular: permiten explorar conceptos complejos mediante universos ficcionales distribuidos en múltiples plataformas, donde cada medio aporta una pieza distinta del relato (Rodríguez-Ferrándiz, 2014). Aprovechar estas narrativas nos puede ayudar a medir la atención y la emoción con que el alumnado universitario utiliza la IA (Arranz-Romero, et al., 2026).

Esta investigación plantea trabajar la educación en IA a través de tres ecosistemas transmedia emblemáticos: *Blade Runner*, *Terminator* y *Matrix*. Los tres configuran imaginarios complementarios sobre tecnología, humanidad y control, y permiten conectar cine, cómic, videojuegos, series, novelas o producciones digitales del *fandom*. Se podría proponer un subtítulo irónico —"O cómo *Skynet* me hizo suspender el examen"— para aludir precisamente al riesgo de delegar en la IA tareas cognitivas sin pensamiento crítico.

El análisis transmedia y la propuesta didáctica se organiza en tres secciones:

La primera está titulada "*Blade Runner* y la ética de lo humano" ya que este universo transmedia (películas, novelas, cortos y videojuegos) permite debatir sobre la identidad, las emociones artificiales y los derechos de las entidades sintéticas. Tras el visionado de distintos fragmentos seleccionados, el alumnado analizará la pregunta central: "¿Puede una máquina merecer derechos si demuestra conciencia o empatía?" Como actividad transmedia, cada grupo creará un "Archivo Tyrell Corporation": ya sea un podcast, un perfil ficticio de un replicante en una red social o un diario audiovisual desde la perspectiva de un androide. El objetivo es comprender los debates actuales sobre IA afectiva, los robots sociales y la simulación emocional.

La segunda es "*Terminator* y la automatización militar" donde se despliega uno de los relatos más influyentes sobre la IA autónoma y la guerra algorítmica. A través de múltiples películas, series, cómics y videojuegos, *Skynet* simboliza la pérdida de control humano sobre los sistemas automatizados. El alumnado investiga sobre casos reales de drones autónomos, ciberseguridad y armas inteligentes, contrastándolos con la ficción de este universo. Después se diseña en grupo una campaña transmedia de prevención titulada "Apaga *Skynet*", con un cartel interactivo, un hilo informativo para redes sociales y microvídeos explicativos del proyecto. Se trabajan aquí distintas subcompetencias mediáticas y digitales, como la verificación informativa, la comunicación pública y la ética tecnológica.

Por último, el tercer bloque está titulado "*Matrix* y los algoritmos invisibles", que permite abordar la dimensión sociocultural de la IA: como los recomendadores, la vigilancia de datos, las burbujas informativas y la manipulación perceptiva. Tras analizar escenas icónicas de la película y distintas expansiones transmedia posteriores, el alumnado reflexiona sobre qué "matrices" existen hoy: plataformas, filtros, sistemas de puntuación social o dependencia algorítmica. Como tarea final, se elabora un mapa transmedia o constelación multimodal del ecosistema digital cotidiano (apps, plataformas, asistentes virtuales, redes sociales) señalando dónde interviene la IA y con qué consecuencias.

Metodológicamente, esta propuesta combina Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), análisis cultural y producción transmedia participativa. La educación transmedia (Scolari et al. 2019) transforma al estudiante en prosumidor activo, no como un mero receptor de contenidos, algo clave en entornos mediáticos contemporáneos. El alumnado no solo consume relatos: los expande, los reinterpreta y se cuestiona los aprendizajes de cada historia, representada a partir de distintos medios.

2. EDUCACIÓN TRANSMEDIA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Aunque fue Marsha Kinder la que utilizó en término de Transmedia por primera vez en 1991, se atribuye a Henry Jenkins la paternidad del concepto de *Transmedia Storytelling* (TS) o Narrativas Transmedia (NT). En esta investigación partimos de desarrollos posteriores y revisiones del concepto, como la realizada por Sánchez-Mesa, Aarseth, Pratten y Scolari (2016) que nos permiten identificar los elementos centrales de este concepto y la importancia para la alfabetización actual, ya sea mediática o transmediática.

Parafraseando a Jenkis, Raúl Rodríguez-Ferrándiz nos ofrece una definición apropiada del concepto, para explicar que estas NT se constituyen de distintos medios que amplían o expanden una narrativa:

> Idealmente, cada medio hace una contribución exclusiva, distintiva y valiosa a la construcción de la historia, es decir, no se trata de una mera adaptación, transposición o traducción intersemiótica […]. Cada medio vehicula un texto que ofrece algo nuevo, de manera que el conjunto de la narración al tiempo se enriquece y se problematiza por ese aporte… (Rodríguez-Ferrándiz, 2014, p. 22)

También debemos recordar algunos conceptos clave, como la participación de las audiencias a través de distintos medios o plataformas, el modelo de negocio que se plantea en cualquier narrativa transmedia, el elemento considerado como "nave nodriza" de cada NT o la comprensión auditiva, que se produce al relacionar hechos o datos de dos medios distintos que nos permiten mejorar la comprensión global de la narrativa transmedia.

Es imprescindible citar una herramienta fundamental para esta investigación como ha sido el asistente creado por Carlos Alberto Scolari *Transmedia GPT*, disponible en la siguiente dirección: https://chatgpt.com/g/g-elo20O2UF-transmedia-gpt. Con él se han podido contrastar distintas ideas, ampliar el conocimiento sobre los relatos y estructurar las propuestas didácticas. Un objetivo central de esta investigación es mostrar un ejemplo didáctico de integración de la IA en nuestra práctica docente.

En la actualidad nos encontramos con infinidad de NT de distinto tipo, que surgen de libros, cómic o películas, muchas veces expandidas a través de múltiples plataformas y soportes digitales. Muchas de ellas se centran en relatos de fantasía o ciencia ficción, con distintas proyecciones del futuro más o menos distópicas (Rovira-Collado, 2021).

Todas las prácticas de la alfabetización o educación transmedia (Scolari et al., 2019) nos permiten integrar perfectamente las tecnologías de la IA, que, aunque existían precedentemente (González-Calatayud et al., 2019), se han generalizado desde finales de 2022. La aparición de esta nueva tecnología se puede considerar una disrupción educativa, con muchos retos y desafíos para la

práctica docente (Celik et al., 2022; García-Perales et al., 2025). En las percepciones que el futuro profesorado ha tenido a lo largo del siglo XXI, la tecnología ha sido considerada muchas veces como un rival que nos puede sustituir (Barnes, 2008; Suárez-Ramírez, et al., 2016). Sin embargo, encontramos infinidad de proyectos de éxito que integran las habilidades transmedia a través de la IA y otras tecnologías emergentes como la Realidad Aumentada (Del Moral-Pérez et al., 2024).

En estos momentos nos encontramos en la cresta de la ola producida por la irrupción de la IA en todos los espacios de la sociedad. Desde el ámbito educativo nos encontramos infinidad de publicaciones que analizan su impacto y presentan múltiples posibilidades de integración y desarrollo (Cortijo-Ocaña y Fernández-Molina, 2026). Desde la Didáctica de la Lengua y la Literatura, consideramos que es imprescindible asumir su uso y proponer múltiples prácticas y análisis que mejoren el aprendizaje del alumnado (Mateo-Guillén et al., 2025; Rovira-Collado, 2026). Aunque por desgracia muchas visiones pesimistas se centran en los riesgos y problemas que puede generar su integración, con múltiples riesgos y sesgos, consideramos que es imprescindible incorporarla a nuestra práctica docente (Ribes-Lafoz et al., 2026). Nuestra perspectiva propone una metodología global (Castellanos et al., 2021) para esta incorporación a través del *Slow Tech* (Vinci et al., 2025) que nos permita reflexionar paso a paso, revisar y poner en duda los resultados y mejorar el aprendizaje final apoyado por la IA.

Como visiones de distintos futuros distópicos mediados por la IA, hemos seleccionado solamente tres universos transmedia para ajustarnos a la extensión de esta publicación, pero en el proyecto se podrían incorporar otros muchos relatos de ciencia ficción o películas que a lo largo de los años han configurado la idea de Inteligencia Artificial que comparte gran parte de la sociedad. Se obvian las referencias de todos los elementos transmedia de cada constelación, que podrían ser un anexo bibliográfico externo que sigue creciendo hoy en día. Para ajustarse a la extensión de la publicación, tampoco se incluyen referencias académicas específicas sobre investigación transmedia de cada universo, donde se pueden concretar distintos conceptos y categorías (Mateu, 2025).

3. PROYECTO “HUMANOS, MÁQUINAS Y FUTUROS POSIBLES”

Este proyecto está dentro de una línea de trabajo desarrollada a lo largo de varios cursos académicos, donde nos hemos preocupado por las representaciones en la ciencia ficción de la lectura (Rovira-Collado, 2021) y la creación de relatos sobre cómo ve el alumnado su práctica docente en el futuro (Rovira-Collado et. al. 2022). La propuesta está dirigida a alumnado universitario de la Facultad de Educación, especialmente para el alumnado del Máster de Profesorado, donde la integración de las nuevas tecnologías como la IA es imprescindible desde la Didáctica de la Lengua y la Literatura para trabajar la creatividad y el pensamiento crítico con nuestro alumnado (Rovira-Collado et al. 2025). Se articula en tres sesiones para poder presentar detenidamente los distintos contenidos.

3.1. *Blade Runner* y la ética de lo humano

Para la presentación de los distintos universos transmedia hemos decidido hacer una presentación cronológica desde lo más lejano a lo más reciente, aunque como veremos todas estas

historias tienen expansiones bastante actuales. Desde el discurso final del replicante Roy Batty "Lágrimas en la lluvia" a la entrevista inicial donde se presenta el test de Voight-Kampff nos encontramos ante una obra cumbre de la ciencia ficción cinematográfica con claras reflexiones sobre la Inteligencia Artificial, representada en este caso por los "replicantes", androides que imitan el cuerpo humano a la perfección, pero con fecha de caducidad. La escena inicial con el citado test nos muestra ya una reflexión frente a la IA, porque se presenta como una prueba ficticia de empatía que mide las respuestas fisiológicas involuntarias (respiración, pupilas, rubor) ante dilemas morales extremos para saber si alguien es humano o un replicante, entendiendo que estos últimos no tienen esta capacidad humana.

Aunque el hipotexto fundacional de este universo es la novela de ciencia ficción *¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?* (Philip K. Dick, 1968) la nave nodriza de la NT es la película *Blade Runner* dirigida por Ridley Scott en 1982. En ella se presenta una ciudad de Los Ángeles postapocalíptica en 2019, donde todo el control y poder lo tienen las grandes corporaciones internacionales. Es una película con gran vigencia y que ha tenido distintas versiones, como el Montaje del Director (1992) o el *Final Cut* (2007). Las primeras expansiones transmedia las tenemos en juegos de mesa con *Cyberpunk 2020* (R. Talsorian Games, 1988) y *Shadowrun* (Fasa Corporation 1989), dos de los universos de juegos de rol más emblemáticos de la ciencia ficción, aunque con enfoques radicalmente distintos. Mientras que el primero apuesta por la crudeza tecnológica y el transhumanismo corporativo puro, el segundo fusiona la cibernética con la fantasía clásica, incluyendo razas como elfos y orcos. Ambos son ejemplos de la corriente estética *Cyberpunk* que tiene en la novela *Neuromante* (1984) de William Gibson el más claro precursor. Años después encontramos otras expansiones transmedia como el videojuego que lleva el mismo nombre que la película, *Blade Runner* (WestWood Studios 1997) pero que es otra historia paralela, no siendo una simple adaptación del relato. Podemos destacar como expansión literaria y de producción española la novela de Rosa Montero *Lágrimas en la lluvia* (2011) que relata las aventuras de la detective Bruna Husky en el Madrid de 2109, que pronto se convirtió en trilogía. Para el gran público tenemos la continuación cinematográfica *Blade Runner 2049,* del director Denis Villeneuve, y estrenada en 2017, dos años antes de cumplirse la fecha del relato original, donde volvemos a encontrar a Rick Deckard, el cazador de replicantes original en un papel secundario. Hay una larga tradición de cómics que narran historias de replicantes y sus cazadores. Por ejemplo, en la edición 25 de *Unicómic, las jornadas del cómic de la Universidad de Alicante* en marzo de 2023 pudimos entrevistar al ilustrador Andrés Guinaldó que ha dibujado varios números de *Blade Runner 2039*, que se va expandiendo a lo largo de las décadas. Incluso hay prevista para 2026 una serie de televisión en *Amazon* titulada *Blade Runner 2099*.

En la primera sesión trabajamos "*Blade Runner* y la ética de lo humano" ya que este universo transmedia nos permite plantear si las inteligencias artificiales pueden tener emociones y sentimientos. El propio Ridley Scott ya nos había presentado otro replicante en su *Alien* de 1979, con Ash un androide sintético que se confunde con los tripulantes de la nave Nostromo. Se pueden leer algunas historias o ver distintos fragmentos cinematográficos como los citados, donde el alumnado puede debatir sobre la identidad, las emociones artificiales y los derechos de los androides. La pregunta principal que antes hemos planteado "¿Puede una máquina merecer

derechos si demuestra conciencia o empatía?" nos permitirá vincular esta NT con otras obras de ciencia ficción, como muchos de los relatos de Isaac Asimov. Como ya hemos mencionado, en la alfabetización transmedia es fundamental la participación de la audiencia, en este caso el alumnado. Se propone como actividad transmedia, la creación de una "Archivo Tyrell Corporation", relacionado con la principal corporación comercial de esta narrativa, que es la que crea, controla y persigue a los replicantes. Se puede realizar un podcast imitando el citado test o comentando la percepción de la IA que se tiene en la actualidad. También se puede crear un perfil ficticio de un replicante en una red social como *BlueSky* para ir narrando sus aventuras o crear un diario audiovisual desde la perspectiva del androide o de su cazador.

El objetivo principal de esta primera sesión es analizar y comprender algunos de los debates actuales sobre IA afectiva, buscando noticias sobre cuál es la relación que se establece con los asistentes, las posibilidades de tener robots sociales de compañía o la simulación emocional que nos puede ofrecer esta tecnología.

3.2. *Terminator* y la automatización militar

Aunque existen múltiples precedentes clásicos de robots asesinos e inteligencias artificiales que se rebelan contra sus creadores, como por ejemplo *Forbidden Planet* (F. M. Wilcox, 1956), *2001, Odisea en el espacio* (S. Kubrick, 1968), *West World* (M. Crichton, 1973) o *War Games* (J. Badham, 1983) es *Terminator* la saga transmedia más reconocida sobre esta temática, además de por plantearnos múltiples viajes en el tiempo.

Desde la película inicial de James Cameron de 1984, con Sarah Connor, interpretada por Linda Hamilton y el ciborg, androide con piel humana, interpretado por Arnold Schwarzenegger, como protagonistas legendarios, encontramos un universo transmedia que se revitaliza hasta nuestros días. La segunda parte *El juicio final* (1991) fue una de las películas más taquilleras de su década. *La rebelión de las máquinas* (2003) ya nos presenta ese destino apocalíptico imposible de eludir. Más recientemente *Salvation* (2009) o *Génesis* (2015) nos presentan líneas alternativas u otros momentos temporales de la trama, siendo una saga con múltiples personajes, aunque son los dos citados los más importantes, como vemos en *Dark Fate* (2019), la última película hasta el momento. También encontramos series de televisión como *Terminator: The Sarah Connor Chronicles* (2008-2009) y series animadas como la reciente *Terminator Zero* (2024) disponible en *Netflix*, demostrando que todavía persiste el interés por la saga. Encontramos cómics desde 1988 en distintas editoriales como claras expansiones transmedia porque amplían la trama con otros personajes y momentos, claros ejemplos de NT antes de que se definiera el concepto. Las distintas líneas temporales que se representan en los distintos medios nos permiten trabajar las paradojas temporales como la paradoja "del abuelo", donde se plantean múltiples problemas de los relatos sobre viajes en el tiempo. También encontramos cómics donde se plantean *crossover* donde la trama se cruza con otros personajes, como por ejemplo *Superman* o *Aliens* y *Predators*, otros personajes icónicos de la ciencia ficción de los años 80, también con expansiones transmedia.

La representación de la IA que "se vuelve loca" y que se rebela contra sus creadores es un miedo recurrente a la hora de hablar de esta tecnología. Pero no es solamente ciencia ficción. Recordemos por ejemplo el caso de *Tay* el bot creado por *Microsoft* diseñada con la mentalidad

de una joven mujer de 19 años para que interactuara en *Twitter* con otras personas pero que a los pocos días empezó a reproducir un pensamiento nazi, racista y machista, debido a la interacción virtual con otros perfiles. Enseguida tuvo que ser retirada de la red. Y esto sucedió en 2016, hace diez años y mucho antes de la generalización de los programas de IA.

En esta segunda sesión nos centramos en "*Terminator* y la automatización militar" porque se basa en uno de los relatos más influyentes sobre la IA autónoma y agresiva, y en los riesgos de una guerra algorítmica. Antes citábamos un posible subtítulo del proyecto, achacando a *Skynet* muchos de los riesgos educativos de usar la IA de manera fraudulenta, con la intención de engañar al docente, que puede perjudicar gravemente el aprendizaje del alumnado. En este universo transmedia *Skynet* como inteligencia artificial suprema y genocida, simboliza la pérdida de control humano sobre los sistemas automatizados. A través de múltiples películas, series, cómics y videojuegos que tratan estos mismos problemas es una narrativa muy presente. El alumnado puede investigar sobre casos reales de drones autónomos que no siguen las órdenes, ciberseguridad y sistemas inteligentes que buscan aprender por sí solos sin control humano o armas inteligentes con un poder destructivo nunca antes imaginado, para compararlos con la ficción de esta NT. Como producto se puede diseñar en grupo una campaña transmedia de prevención titulada "Apaga *Skynet*", emulando las campañas clásicas de "Apaga Internet" que buscaban la desintoxicación digital propia de nuestros tiempos. Se puede crear un cartel interactivo o infografía, un hilo informativo para redes sociales como *BlueSky* o microvídeos explicativos que permitan conocer riesgos de la conexión digital continua como puede ser la infoxicación, las *fake news* o el *scroll* infinito. En esta sesión se trabajan aquí distintas subcompetencias mediáticas y digitales, como la verificación informativa, la comunicación pública, la ética tecnológica o la educación para la paz, de acuerdo con el ODS número 16.

3.3. *Matrix* y los algoritmos invisibles

La última sesión se centra en el universo transmedia más cercano, ya que la primera película es de 1999. Tanto Henry Jenkins como Carlos Scolari la incluyen en su canon de las NT y la reconocen como uno de los exponentes más destacados, porque cumple a la perfección los principios principales de las NT: a) El relato se expande por múltiples canales y formatos. Aunque la gran mayoría del público solamente conoce las películas, desde su concepción la trama se expande por cortos, videojuegos e Internet. b) Cada canal aporta su tipo de contenido sin neutralizar al otro. Y cada medio se ajusta a las características propias, desde la serialidad de los cómics a la interacción de los videojuegos. c) Cada historia es autosuficiente, no es necesario conocer lo que sucede en los otros medios para disfrutar de lo que se narra en cada medio o formato. d) Cada relato aporta nueva información sobre este universo en expansión y así incita al consumo de los otros canales. Se fomenta el consumo transmedia que permite una mayor comprensión y disfrute del conjunto. Y es también una estrategia comercial para genera una franquicia con múltiples contenidos. e) Esta NT busca todas las audiencias, pero mantiene un nexo común, en este caso las películas que actúan como nave nodriza del relato. f) Se plantea la colaboración entre artistas de diferentes canales. Las hermanas Wachowski actúan como productoras y guionistas de muchos de los proyectos, para mantener un control narrativo de toda la trama. Aunque también hay otras NT que no tienen este control único.

Después del éxito de la primera película se creó una gran NT compleja y creada a conciencia para expandirse por múltiples medios, conocida como *Animatrix*. A través de una página web de acceso gratuita, hoy inactiva, denominada *WhatistheMatrix*, se podía acceder a todos estos contenidos. El mismo día del estreno de la segunda parte, *Matrix Reloaded* en mayo de 2023 se lanzó el videojuego *Enter the Matrix* (Shiny Entertainment). Eran relatos independientes, pero si jugabas al juego podías conocer mejor a los nuevos personajes y comprender algunos de los conceptos más complejos de este universo distóptico y digital, donde la IA controla esa realidad alternativa conocida como Matrix. Un mes después se lanzaron nueve cortos en *Animatrix*. Además, se lanzaron varios cómics con autores de gran prestigio como Dave Gibbons, Bill Sienkiewic o Neil Gaiman. En noviembre de 2003 se estrenó *Matrix Revolutions*, como cierre inicial de la trilogía. Podemos destacar que la tercera parte fue la primera película con un estreno mundial simultáneo, a la misma hora en todo el planeta, para hacer la experiencia más global. En 2005 aparecen otros dos videojuegos: *The Matrix: Path of Neo*, con escenas de las películas y final alternativo, y *The Matrix Online*, secuela directa de la tercera parte y que permitía vivir nuevas aventuras con otros jugadores conectados a través de Internet, aunque no fue un juego que tuviera mucho éxito. Posteriormente se estrenó una cuarta película *The Matrix Resurrections*, en diciembre de 2021, donde además de recuperar a los principales personajes y esas dos realidades, *Matrix* con un presente virtual y sin problemas y el futuro distópico con una tierra arrasada con androides y naves se hace mención al desarrollo de los videojuegos.

La tercera sesión se titula "*Matrix* y los algoritmos invisibles", centrada en presentar la dimensión social y cultural de la IA, como son los recomendadores, y los algoritmos en los espacios sociales, la vigilancia y control de nuestros datos, las burbujas informativas y la manipulación perceptiva a través de la imagen que cada persona representa en la red. Hay escenas icónicas en la película, como por ejemplo la manera de aprender de forma inmediata simplemente cargando datos en nuestro cerebro a través de un cable, que nos permiten reflexionar sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje. El alumnado reflexionará sobre qué "matrices" existen hoy: plataformas digitales, filtros sociales, sistemas de puntuación social o de dependencia algorítmica que controlan nuestra navegación y la próxima publicación que aparecerá en nuestras pantallas según nuestro gusto.

La propuesta de tarea final es la elaboración de un mapa transmedia o constelación multimodal, siguiendo los tres ejemplos vistos con estas tres NT, del ecosistema digital cotidiano de cada persona (apps móviles, plataformas de contenidos audiovisuales, bibliotecas digitales y colaborativas, asistentes virtuales, redes sociales…) señalando dónde creen que interviene la IA y cuáles son las consecuencias de estos usos, donde constantemente estamos regalando nuestros datos a las grandes corporaciones digitales. La metáfora de la píldora roja que Morfeo ofrece a Neo se resignifica como alfabetización crítica, donde debemos aceptar si entramos o no en Matrix.

3.4. Evaluación y difusión del proyecto

La evaluación se puede realizar mediante rúbricas, diseñadas también por IA, que valoren estas seis dimensiones: a) comprensión conceptual de la IA; b) capacidad crítica; c) creatividad narrativa, con IA; d) capacidad crítica sin IA; e) conocimiento de las Narrativas Transmedia y

f) trabajo colaborativo. En la siguiente tabla tenemos una propuesta de descriptores, que serán reelaborados, también con la ayuda de la IA y consensuados con el alumnado.

Tabla 1. Rúbrica preliminar de evaluación del proyecto. Elaboración propia

Dimensiones	Valor 3 (máximo)	Valor 2	Valor 1 (mínimo)
Comprensión Conceptual de la IA	Muestra alto conocimiento de la IA, herramientas, cuestiones éticas y sesgos	Conoce herramientas y usos de la IA, pero cae en usos superficiales. no contrasta la información	Uso incorrecto de la IA, uso superficial de las herramientas.
Capacidad Crítica	Revisa y contrasta la información. Reelabora las instrucciones y documenta el proceso.	Elabora superficialmente las instrucciones y no contrasta la información.	No distingue las alucinaciones de la información real.
Creatividad Narrativa con IA	Se realizan varias iteraciones y reelaboración de los textos creados por IA para ofrecer una narración correcta	Se revisa y mejora el texto ofrecido, pero sin muchos cambios.	La IA sustituye la creatividad individual.
Creatividad Narrativa sin IA	Mantiene una capacidad narrativa alta, con intertextuales e inferencias en el proceso creativo, que se revisa constantemente.	Los relatos creados son adecuados pero superficiales, sin profundidad.	Ha perdido la capacidad narrativa individual.
Conocimiento de las Narrativas Transmedia	Se integra perfectamente en las NT, señalando relaciones intertextuales de los distintos medios	Conoce el concepto de NT y lo aplica a su producción didáctica.	Confunde las distintas partes de las NT, solamente conoce disfruta de algún medio (principalmente el cine).
Trabajo Colaborativo	Todo el grupo participa de manera equilibrada y se adquieren las competencias de manera general, integrando adecuadamente la IA.	Se distribuyen las funciones de cada integrante y se apoya el desarrollo en la IA, pero se observan desequilibrios.	No hay distribución del trabajo y se asume por pocas personas que abusan de la IA para conseguir mejores resultados.

Para la presentación inicial de los tres universos transmedia o la exposición final del alumnado, se puede utilizar el modelo de *constelaciones multimodales* (Rovira-Collado y Ruiz-Bañuls, 2026), donde las NT se integran perfectamente. Como evidencia final de trabajo realizado, cada grupo integrará sus producciones en un blog o exposición digital titulada "Humanos, máquinas y futuros posibles". En la siguiente entrada de este blog docente tenemos la presentación del proyecto y su futura expansión https://literaturainfantilyjuvenileninternet.blogspot.com/2026/06/narrativas-transmedia-e-inteligencia.html. Como ejemplo de construcción transmedia, a través de esta entrada se articularán las otras producciones o constelaciones del alumnado, las referencias bibliográficas que configuran cada universo, así como la crítica académica que se pueda encontrar sobre las tres NT.

4. CONTINUARÁ…

Aprovechamos este recurso de los cómics y series de televisión, elementos que han aparecido en las tres NT para presentar las conclusiones de esta investigación. Como se ha observado, es una propuesta didáctica definida y concreta, que todavía no se ha llevado a cabo, por lo que no podemos confirmar el éxito de sus enseñanzas. Esta es la principal limitación, junto quizás el desconocimiento por parte del alumnado de gran parte de estas historias, aunque como hemos visto tienen expansiones hasta la actualidad. Como prospectiva podemos señalar varias líneas de trabajo, como proponer otros relatos de ciencia ficción que representen a la Inteligencia Artificial de distintas maneras, o centrarnos en aspectos concretos de la IA, como por ejemplo cómo se representa la figura femenina en la IA en distintas narraciones audiovisuales, un proyecto que estamos realizando junto a la profesora Natalia Contreras de la Llave.

En conclusión, podemos plantear que enseñar IA mediante *Blade Runner*, *Terminator* y *Matrix* nos permitirá conectar la alfabetización tecnológica con la cultura popular. Frente a discursos simplistas —utópicos o apocalípticos— sobre la irrupción de la IA en nuestras vidas, estas narrativas ofrecen marcos simbólicos para pensar muchos dilemas contemporáneos. Volviendo al posible subtítulo del proyecto, si "*Skynet* me hizo suspender el examen", quizá no fue por culpa de la máquina, sino por no haber aprendido antes a hacerle buenas preguntas.

Consideramos que es imprescindible la integración de la IA en nuestra práctica docente, de acuerdo con las palabras de Carlos Scolari, en una revista realizada recientemente para hablar de IA y Transmedia:

Las tecnologías digitales están y van a seguir desarrollándose. Hay dos alternativas: o nos quedamos en la acera de enfrente agitando la bandera del apocalipsis digital y escuchando el *jukebox* o cruzamos la calle y nos metemos a los codazos en ese territorio donde dominan las ingenierías para ver qué se puede hacer con todo eso (Scolari, 2023).

APOYOS

Esta investigación está dentro del Proyecto Europeo *STIAEM (Slow Tech Innovation: AI, Ethics, and New Teaching Methods)* 2025-1-IT02-KA220-SCH-000365213.

REFERENCIAS

Álvarez Herrero, J. F., Lorenzo Álvarez, C., y Fernández Herrero, J. (2026). De la dependencia algorítmica al criterio pedagógico: desarrollando competencias críticas ante la IA en futuros docentes de infantil. En *Educación y humanidades ante los desafíos contemporáneos. Enfoques interdisciplinares* (pp. 17-36). Tirant Humanidades.

Andrada, P. (2023). Entrevista a Carlos Scolari: "El ChatGPT es un animal que debemos domesticar". *Comunicación y medios*, *32*(47), 126-132. https://dx.doi.org/10.5354/0719-1529.2023.70103

Arranz-Romero, J., Roig-Vila, R., y Cazorla, M. (2026). The Convergence of Artificial Intelligence in Measuring Attention and Emotion in Digital Technology-Enhanced Tertiary Education: A Scoping Review. *Education Sciences*, *16*(3). https://doi.org/10.3390/EDUCSCI16030433

Barnes, A. (2008). Future-wishing, magical fantasies, yet being "real": Snapshots of student teachers' perceptions during their initial training. Teacher Development: An International *Journal of Teachers Professional Development, 12*(1), 3-13. https://doi.org/10.1080/13664530701827715

Castellanos-Vega, R., Avilés-Acero, F., Cazaña-Garcés, A., y Gabarrús-Szöllösi, A. (2021). Paradigmas educativos para una metodología global en la enseñanza. *Revista INFAD De Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology.*, *2*(1), 241-254. https://doi.org/10.17060/ijodaep.2021.n1.v2.2100

Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H., y Järvelä, S. (2022). The Promises and Challenges of Artificial Intelligence for Teachers: a Systematic Review of Research. *TechTrends, 66,* 616-630. https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y

Cortijo-Ocaña, A., y Fernández-Molina, J. (2026). *Transforming teaching with AI and digital tools: methods, platforms, and classroom innovations*. IGI Global.

Del Moral-Pérez, M. E., López-Bouzas, N., y Castañeda-Fernández, J. (2024). Transmedia skill derived from the process of converting films into educational games with augmented reality and artificial intelligence. *Journal of New Approaches in Educational Research. 13,* 15 https://doi.org/10.1007/s44322-024-00015-8

García-Perales, N., Rincón, M. L. H., y Lantarón, B. S. (2025). Docentes y tecnología: ¿cómo enfrenta el futuro profesorado el uso de la Inteligencia Artificial? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, *28*(1), 155-168. https://doi.org/10.6018/reifop.638431

González-Calatayud, V., Prendes-Espinosa, P., y Roig-Vila, R. (2021). Artificial intelligence for student assessment: A systematic review *Applied Sciences*, *11*(12), 5467. https://doi.org/10.3390/APP11125467

Kinder, M. (1991) *Playing with Power in Movies, Television, and Video Games. From Muppet Babies to Teenage Mutant Ninja Turtles* University of California Press.

Mateo-Guillén, C., Ribes-Lafoz, M. A., Ruiz-Bañuls, M., y Rovira-Collado, J. (2025). Incorporación de herramientas de inteligencia artificial en Educación Superior para la enseñanza de Lengua y Literatura. En *Desafíos y potencialidades de la inteligencia artificial: nuevos paradigmas para la calidad educativa* (pp. 423-440). Dykinson.

Mateu, F. (2025). *Abadías, laberintos y píxeles. Narrativas transmedia desde "El nombre de la rosa"*. Universidad de Alicante

Ribes-Lafoz, M., Navarro-Colorado, B., y Rovira-Collado, J. (2026). Exploring Strategies to Detect and Mitigate Bias in AI in Education: Students' Perceptions and Didactic Approaches. *Trends in Higher Education*, *5*(2), 33. https://doi.org/10.3390/higheredu5020033

Rodríguez-Ferrándiz, R. (2014). El relato por otros medios: ¿un giro transmediático? *CIC: Cuadernos de información y comunicación*, *19*, 19-37. https://doi.org/10.5209/REV_CIYC.2014.V19.43901

Rovira-Collado, J. (2021). ¿Sueñan los lectores con sagas transmedia? Visiones multimodales de la lectura en la ciencia ficción. En *Ficción fantástica, lectura multimodal y prosopografía: Cultura fan y superhéroes* (pp. 179-192). Ediciones Jurídicas y Sociales.

Rovira-Collado, J. (2026). Análisis de prácticas didácticas en torno a Literatura, Educación e Inteligencia Artificial. En L. Alejaldre-Biel, R. Martinez-Roig y M. S. Villarrubia Zúñiga (eds.) *Educación y Humanidades ante los desafíos contemporáneos. Enfoques interdisciplinares*. (pp.193-214). Tirant Humanidades

Rovira-Collado, J., Martínez-Carratalá, F. A., Miras, S., y Ribes-Lafoz, M. (2022). Teaching Stories from the future: Technology for the Language and Literature Classroom. En S. Mengual-Andrés y M. Urrea-Solano (Eds.), *Education and the Collective Construction of Knowledge* (pp. 173-187). Peter Lang.

Rovira-Collado, J., Miras, S., Mateo-Guillen, C., y Ruiz-Bañuls, M., (2025). Creativity and writing with generative artificial intelligence in the master's degree in teacher training. *Frontiers in Education, 10.* https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1700268

Rovira-Collado, J., y Ruiz-Bañuls, M. (2026). Evolución de las constelaciones multimodales: desarrollo y posibilidades didácticas para la formación literaria. En *Lectura, inclusión y tecnología para una educación transformadora* (pp. 133-152). Universidad de Málaga (UMA). https://doi.org/10.24310/MUMAEDMUMAED.287189

Sánchez-Mesa, D., Aarseth, E., Pratten, R., y Scolari, C. A. (2016). Transmedia (¿storytelling?): Una revisión crítica y polifónica. *Artnodes*, *18*, 8-19. https://doi.org/10.7238/a.v0i18.3064

Scolari, C. A., Rodríguez, N. L., y Masanet, M. J. (2019). Transmedia education. From the contents generated by the users to the contents generated by the students. *Revista Latina de Comunicación Social, 74*, 116–132. https://doi.org/10.4185/RLCS-2019-1324en

Suárez-Ramírez, S., Fernández-Guerrero, M., Suárez-Ramírez, M., y Suárez-Muñoz, Á. (2016). Distopía y educación: hacia una docencia sin profesor o el peligro de la virtualidad y la pérdida de referentes socioculturales o el menoscabo de valores. En *Sagas, distopías y transmedia. Ensayos sobre ficción fantástica* (pp. 369-376). Marcial Pons.

Vidal-Mestre, M., Freire-Sánchez, A., y López-González, J. (2023). La representación en el cine español de la IA asociada a la robótica: Eva y Autómata. *Arte, Individuo y Sociedad*, *35*(4). https://doi.org/10.5209/aris.88845

Vinci, V., Berardi, P., y Paladino, C. (2025). Co-design practices with artificial intelligence: an analysis of the developmental trajectories of pedagogical reasoning. *Journal of Inclusive Methodology and Technology in Learning and Teaching*, *5*(4). https://inclusiveteaching.it/index.php/inclusiveteaching/article/view/45

Capítulo 16. Andragogía digital: actualizando los principios andragógicos para la formación a distancia de las personas adultas del siglo XXI

Iluminada Sánchez-Doménech
https://orcid.org/0000-0002-4342-2145, Universidad Internacional de La Rioja (España)

Miguel-Ángel Cabeza-Rodríguez
https://orcid.org/0000-0002-5459-4516, Universidad Francisco de Vitoria (España)

Resumen: La educación en línea ha crecido exponencialmente en la última década, acompañada de retos persistentes como la heterogeneidad del alumnado adulto en formación, expectativas, motivación, intereses y experiencia previa, lo que exige enfoques pedagógicos flexibles, contextualizados y orientados a la vida real. Las tasas de abandono superan a las tasas de abandono de la educación presencial. La falta de identificación de los distintos perfiles que componen el estudiantado y sus necesidades se apuntan como factores influyentes. La andragogía de Knowles proporciona un marco adecuado para comprender el aprendizaje adulto y define seis principios fundamentales. Sin embargo, es necesario revisar estos principios para actualizarlos a la formación actual a distancia. Como objetivos este documento nos proponemos: 1) definir las características de los perfiles de estudiantes actuales en línea; 2) actualizar al siglo XXI digital y a distancia los principios de la andragogía de Knowles; 3) proponer implicaciones prácticas para la docencia en línea. Se concluye que es posible la actualización de la andragogía a la educación en línea actual, por lo que supone un marco teórico válido de partida para el diseño de cursos en línea que proporciona orientaciones prácticas alineadas con las necesidades actuales del estudiantado adulto en estudios virtuales a distancia.

Palabras clave: teoría de la educación de adultos, formación en línea, educación a distancia, andragogía.

Abstract: Online education has grown exponentially over the last decade, accompanied by persistent challenges such as the heterogeneity of adult learners in training, expectations, motivation, interests, and prior experience, which requires flexible, contextualized, and real-life oriented pedagogical approaches. Dropout rates exceed those of face-to-face education. The lack of identification of the different profiles that make up the student body and their needs is pointed to as an influencing factor. Knowles's andragogy provides an adequate framework for understanding adult learning and defines six fundamental principles. However, it is necessary to revisit these principles to update them for current distance education. As objectives, this document proposes: 1) To define the characteristics of the profiles of current online students; 2) Update Knowles's andragogy principles for the digital, distance 21st century; 3) Propose practical implications for online teaching. It is concluded that it is possible to update andragogy for current online education, making it a valid theoretical framework for designing online courses that provides practical guidance aligned with the current needs of adult students in virtual, distance learning.

Keywords: adult education theory, online training, distance education, andragogy.

1. INTRODUCCIÓN

El número de estudiantes matriculados en la formación no presencial ha ido aumentando en la última década en España. Algunos datos del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (2025) contribuyen a definir el fenómeno actual de la educación a distancia: en el curso 2015-2016 se matricularon en grado y máster en modalidad no presencial 230926 estudiantes, en el curso 2024-2025 se matricularon 335339 estudiantes; las edades de estos estudiantes van desde menores de 25 años a mayores de 40 años; en los másteres las edades de los estudiantes se reparten como sigue: a) menores de 25 años 17477 estudiantes, b) de 25 a 30 años 36.477 estudiantes; c) de 31 a 40 años 32.181 estudiantes y d) mayores de 40 años 26676 estudiantes.

La aparición de internet y la comunicación mediada por la tecnología prometía remediar el aislamiento del estudiante. Sin embargo, el abandono de los estudios en la modalidad no presencial es actualmente del 63 % en grados frente al 24,4 % en la modalidad presencial y un 20,5 % en másteres frente al 12,4 % en modalidad presencial (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, 2025), aunque parece ser un problema generalizado de las universidades que imparten estudios a distancia a juzgar por la diversidad de países de donde procede la abundante literatura académica dedicada al abandono en esta modalidad.

Existen múltiples factores internos y externos al estudiante que influyen en el abandono (Elibol y Bozkurt, 2025) y que la universidad no puede controlar y otros en los que dispone de algún margen de maniobra para intentar mejorar esta preocupante cifra.

Una característica que define a la formación a distancia universitaria es la heterogeneidad de sus estudiantes tanto en edades como en experiencias formativas y profesionales, así como en intereses y motivaciones (Sánchez-Doménech y Cabeza-Rodríguez, 2024).

Es necesario identificar estos perfiles y cómo se distribuyen sus distintas necesidades para adaptar el diseño de los programas y de las aulas virtuales, los apoyos de la institución, así como la enseñanza para responder a las distintas características que los estudiantes en línea traen a la situación de aprendizaje (Ferreira y McLean, 2017).

La andragogía, propuesta a finales de los años sesenta por Malcolm Knowles (1970, 1980, 1990) y Knowles et al. (2014), sigue siendo un referente central en la educación de adultos pese a sus limitaciones conceptuales y críticas teóricas (Clair, 2024). Sin embargo, fue pensada para la enseñanza presencial con personas adultas del siglo XX, con lo que esto significa en cuanto a los cambios sociales, políticos, económicos y tecnológicos no contemplados, por lo que ha de ser revisitada y actualizada a esta nueva realidad. Su aplicación a los nuevos entornos virtuales de enseñanza aprendizaje ha adoptado el nombre de "Andragogía digital" (Blackley y Sheffield, 2015; Sánchez-Doménech y Cabeza-Rodríguez, 2024). Blackley y Sheffield (2015) definen la andragogía digital como "la práctica de los educadores para equipar y alentar a los estudiantes adultos a elegir y usar las posibilidades que ofrecen las tecnologías digitales accesibles para personalizar su aprendizaje y facilitar sus interacciones con compañeros y tutores" (p. 408).

En este documento recogemos esta actualización de los principios andragógicos a la enseñanza a distancia mediada por la tecnología y se proponen estrategias para llevarlos a la práctica.

2. LAS PERSONAS ADULTAS COMO ESTUDIANTES A DISTANCIA

Las personas adultas de la actualidad tienen características específicas como estudiantes, experiencias vitales y profesionales, así como trayectorias académicas distintas cuando llegan a la educación a distancia, lo que configura grupos-clase muy heterogéneos. Sus experiencias como estudiantes han sido, a menudo, una enseñanza pasiva, dependiente y dirigida, incluso de fracaso escolar, afectando a su actitud hacia el estudio y autoconcepto como estudiante. Los y las docentes que trabajan en la enseñanza a distancia y en línea necesitan adquirir nuevas habilidades metodológicas, de interacción mediada por la tecnología y competencias digitales, así como una identidad profesional docente como educadores de personas adultas.

La formación a distancia ofrece algunas ventajas para las personas adultas, como la flexibilidad horaria que permite compatibilizar trabajo y cuidados o la ausencia de desplazamientos, pero también algunas barreras como la jornada laboral, los cuidados, la falta de apoyo familiar o dificultades económicas para hacer frente a los gastos universitarios y de soporte tecnológico, todo lo cual se traduce en escasez de tiempo y sobrecarga de rol (Elibol y Bozkurt, 2025) que puede desembocar en abandono. Estas variables son poco o nada controlables por las instituciones educativas, sin embargo, existen otros factores que influyen en el abandono en los que la institución educativa puede influir.

La literatura científica utiliza dos categorías para clasificar a los y las estudiantes a distancia: estudiantes tradicionales y estudiantes no tradicionales.

Lo que diferencia al alumnado tradicional del no tradicional no es solo la edad, sino su trayectoria académica y sus circunstancias personales. El alumnado tradicional ha continuado sus estudios de forma más o menos ininterrumpida y, por tanto, se encuentra en una franja de edad entre 20-24 años. El alumnado no tradicional ha retomado los estudios tras un periodo de tiempo más o menos prolongado alejado del entorno académico; suelen ser estudiantes que no se han graduado recientemente de la escuela secundaria; estudiantes que representan minorías como etnia e inmigrantes de primera generación; trabajadores empleados a tiempo completo o a tiempo parcial; estudiantes casados; estudiantes con personas dependientes (hijos o personas mayores) a su cargo y estudiantes que no consiguieron el título de educación secundaria obligatoria (Carreira y Lopes, 2019). Aunque el alumnado matriculado en grados y másteres suele pertenecer a un estatus socioeconómico y formativo más elevado, también es habitual que se encuentren trabajando y sean padres.

Las motivaciones para implicarse en la formación postgraduada varían entre ambos grupos. Los estudiantes tradicionales se matriculan en la educación superior para lograr títulos que proporcionen buenos empleos, por las expectativas familiares y la presión de su grupo social (De Abreu, 2020). Los estudiantes no tradicionales pueden matricularse en busca de una mejor calidad de vida, para actualizar sus habilidades por requerimientos del trabajo actual, para cambiar de trabajo o estudiar algo relacionado con sus intereses reales que hasta ahora no les habían permitido sus circunstancias profesionales, familiares o económicas. Dedican mucho más tiempo a los estudios y a las materias, están más centrados en el estudio que en las relaciones sociales (Wyatt, 2011), son más autorregulados emocionalmente y despliegan estrategias de afrontamiento más enfocadas (Johnson, 2025).

Los estudiantes tradicionales pueden tener más conocimientos y habilidades relacionados con el ámbito académico, como redacción académica y uso de la tecnología, tanto como recurso didáctico como en el manejo del aula virtual. Para estos estudiantes las relaciones sociales son una prioridad (De Abreu, 2020). Debido a la etapa psicosocial en la que se encuentran, aún están explorando aspectos de su identidad y compiten con sus pares para obtener mejores calificaciones con el objetivo de tener mayores posibilidades de conseguir el trabajo que desean (Johnson, 2025).

3. PRINCIPOS ANDRAGÓGICOS E IMPLICACIONES PRÁCTICAS EN LA FORMACIÓN A DISTANCIA

Entre los factores que influyen en el abandono se encuentran los relacionados con la institución educativa. Entre estos factores, Park y Choi (2025) apuntan los factores pedagógicos y de participación que engloban: la calidad del diseño instruccional, la interacción entre estudiantes y docentes y la percepción de la relevancia del contenido del curso.

Estos factores son abordables desde los principios andragógicos que desarrollamos a continuación, aunque como destaca Knowles (1980, p. 391): "Estos principios no pretenden ser universales, sino más bien un continuo de supuestos para ser comprobados en términos de adecuación para los alumnos particulares en situaciones particulares".

3.1. Necesidad de saber

Según este principio, las personas adultas están motivadas a aprender si experimentan necesidades e intereses que el aprendizaje puede satisfacer. La andragogía considera que la persona adulta necesita saber por qué necesita aprender algo antes de comenzar el aprendizaje y cómo puede usarlo en su vida real. En consecuencia, el facilitador de aprendizaje debe ayudar al estudiante a ser consciente de la necesidad de saber aquello que pretende enseñar (Knowles, 1980, 1990).

En andragogía se considera importante una fase de preparación de las personas adultas antes de comenzar con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la materia o curso (Knowles, 1990). En esta fase se proporciona información, se prepara la participación, se ayuda a desarrollar expectativas realistas y se comienza a pensar en los contenidos. En esta fase, promover el debate acerca del contenido con alguna pregunta problemática relacionada puede favorecer que el alumnado entienda su relevancia para la profesión (Ferreira y McLean, 2017).

Al comienzo de la asignatura se ha de instruir a los estudiantes en la información clave (Youde, 2018). Dado el perfil de este alumnado, en cuanto a situación laboral y familiar, necesitan planificar su dedicación al estudio de forma efectiva (Sun y Chen, 2016). Los estudiantes adultos no quieren sorpresas, quieren saber desde el principio qué se espera de ellos/as y qué pueden esperar del/la docente (Bailey y Card, 2009).

Conocer al inicio la estructura del curso es uno de los factores que incide en la satisfacción de los estudiantes adultos; cuanto más tiempo invierten en averiguar cómo se estructura, menos tiempo y energía usan para aprender el contenido (Trammell y LaForge, 2017). Es importante para este alumnado conocer en qué consisten las actividades de evaluación continua y los plazos de entrega para poder organizarse (Sánchez-Doménech y Cabeza-Rodríguez, 2024).

3.1.1. Implicaciones para la práctica

Algunas implicaciones prácticas para este principio son: a) programar encuentro online o grabar sesión informativa sobre el funcionamiento del aula, recursos con los que cuentan y dónde encontrar toda la información que necesitan; b) explicar la estructura de la materia; c) adelantar en qué consisten las actividades de evaluación continua, plazos y dónde se encuentra la información con instrucciones para su elaboración y entrega; d) explicar cuáles son las funciones docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje y para qué y cómo pueden contar con el profesorado; e) fomentar el debate al inicio sobre el contenido de forma síncrona o asíncrona.

3.2. Autoconcepto de persona autodirigida

Según este principio las personas adultas tienen una profunda necesidad de ser autodirigidas, de tomar las decisiones que afectan a su vida. En andragogía se asume que la persona adulta tiene un concepto de sí mismo de persona autodirigida y autónoma. Una vez ha alcanzado ese autoconcepto desarrolla una profunda necesidad psicológica de ser visto y tratado por los demás como capacitado para la autodirección. Esto puede explicar por qué se molesta y se resiste en situaciones donde siente que otros están tratando de imponerle su voluntad sin cuestionamiento posible (Knowles, 1980, 1990).

Los estudios a distancia exigen autodirección y autorregulación y esto puede ser particularmente retador para el alumnado adulto más joven (Soffer y Cohen, 2019). Es más habitual que el alumnado tradicional no se autoperciba capaz de autodirigir su aprendizaje (Sánchez-Doménech et al., 2023).

El aprendizaje autodirigido, según Knowles (1975, p. 18), es aquel "en el que las personas toman la iniciativa, con o sin la ayuda de otros, para diagnosticar sus necesidades de aprendizaje, formular sus objetivos de aprendizaje, identificar recursos humanos y materiales para el aprendizaje, elegir e implementar estrategias de aprendizaje adecuadas y evaluar los resultados del aprendizaje". No debemos confundir "autodirección" en el aprendizaje, relacionada con la autonomía personal con "auto-enseñanza", que implica el dominio por parte del estudiante de los conocimientos y las técnicas de enseñanza propios de un profesor (Knowles et al., 2014). En un estudiante pueden darse ambas circunstancias, solo una de ellas o ninguna.

Por otra parte, aprender de forma autodirigida no significa hacerlo de forma individual y en aislamiento. De hecho, uno de los factores que influyen en la persistencia en el curso es la interacción con el profesorado y los compañeros y el sentimiento de pertenencia para contrarrestar el aislamiento (Peacock et al., 2020) que puede llevar al abandono a algunos estudiantes (Dennis et al., 2026).

Los/as estudiantes autodirigidos, si se les provee de la posibilidad de trabajar en grupo o con pares, tienen la opción de hacerlo si consideran que así optimizarán sus esfuerzos en el aprendizaje (Brookfield, 2009). El agrupamiento en parejas puede ser una parte importante de las experiencias de aprendizaje y los compañeros sirven de fuente de apoyo en los cursos en línea (Gökoğlu et al., 2024; Soffer y Cohen, 2019; Peacock et al., 2020).

Una persona puede tener un alto grado de autonomía personal y, sin embargo, decidir aprender en un entorno instruccional altamente dirigido por un docente. Según Knowles (1980), la decisión puede verse influida por sus experiencias de aprendizaje anteriores, la necesidad de

optimizar el tiempo de estudio u otra conveniencia, pero lo más habitual es que este tipo de decisión venga determinada por un bajo o nulo conocimiento previo sobre la materia y/o que esta sea la mejor manera de aprender el tipo de material de que se trata. La autonomía en el aprendizaje no significa la independencia del profesor, sino la capacidad de elección con criterio por parte del estudiante de qué nivel de autonomía puede ejercer con respecto al profesor (Grow, 1991).

3.2.1. Implicaciones para la práctica

Las implicaciones para la práctica son múltiples: a) planificar objetivos y recursos para tres tipos de interacción: Interacción docente/alumnado, interacción estudiante/estudiante, interacción estudiante/contenido; b) reconocer los distintos niveles de autonomía de nuestros/as estudiantes; c) proveer recursos didácticos variados e información de calidad para favorecer la autonomía en el aprendizaje y el acceso para todos los hábitos y experiencias de aprendizaje previas. Esto incluye información sobre la navegación por el aula virtual, glosario de vocabulario básico o charlas introductorias a la materia; d) reforzar positivamente que se planteen dudas sobre la materia o la realización de actividades; e) posibilitar la interacción estudiante/estudiante con distintas formas opcionales de agrupamientos para el estudio y la realización de actividades: en parejas o de forma individual; f) proporcionar y organizar foros: foro de ayuda mutua y formación de equipos, foro para dudas sobre actividades, foro para dudas generales sobre la materia, según necesidades del curso.

3.3. El papel de la experiencia y el conocimiento previo como recurso didáctico

Según Knowles (1980, 1990), a medida que una persona madura, acumula una creciente reserva de experiencia que constituye un recurso para su aprendizaje. Las personas adultas llegan a la actividad educativa con gran volumen y diferente calidad de experiencias que niños/as y jóvenes. Una consecuencia de esta diferente experiencia y conocimientos acumulados es que el grupo de alumnado adulto es más heterogéneo en términos de historial académico, hábitos de estudio, motivación, necesidades, intereses, y objetivos, que el de los jóvenes y, por lo tanto, debe ponerse gran énfasis en la individualización de la enseñanza. Para algunos tipos de aprendizaje el recurso más rico puede residir en el alumno en sí mismo, en su experiencia y en su conocimiento previo.

Este principio tiene dos dimensiones: una de tipo relacional y psicológica y la otra de tipo cognitivo. Con respecto a la primera dimensión, para las personas adultas su experiencia es quien ellos son, según Knowles (1980, 1990), por lo que no poner en valor o despreciar su experiencia y su conocimiento en la interacción docente/alumnado y en el diseño de las actividades puede resultar humillante o insultante para el estudiante adulto. En cuanto al aspecto cognitivo, la experiencia, incluida la educación formal, puede mejorar la capacidad de razonamiento relacional de acuerdo con Kalra y Richland (2022). El conocimiento previo y la experiencia si son congruentes con la información que se va a enseñar beneficiarán al aprendizaje, según Brod y Shing (2022). Aunque es necesario considerar que la experiencia previa puede ser también un obstáculo para la apertura a nuevo conocimiento y que no toda la experiencia tiene valor educativo.

3.3.1. Implicaciones para la práctica

Algunas implicaciones prácticas para este principio son: a) todo el alumnado tiene algún tipo de experiencia cuando llega a la educación a distancia: como alumno/a, como trabajador/a, como ciudadano/a, como padres y madres, como pacientes, etc. Conectar el contenido de la materia con alguna de esas experiencias, puede favorecer la motivación al facilitar la percepción de relevancia y favorecer la comprensión; b) como consecuencia de lo anterior, identificar los conocimientos previos de los estudiantes congruentes con la información que se va a enseñar; c) para involucrar a los alumnos tradicionales podemos pedirles que preparen una exposición para el resto de la clase sobre el tema del curso fruto de su indagación; d) para los alumnos no tradicionales una actividad que les ayuda a relacionar la materia con su experiencia es pedirles que pongan algún ejemplo de lo tratado en clase relacionado con su vida o, específicamente, su experiencia profesional; e) preguntarles si han tenido alguna experiencia relacionada con el problema y que expliquen cómo lo solucionaron o actuaron; f) crear agrupamientos mixtos de alumnado con experiencia y/o conocimientos previos con estudiantes que no poseen conocimientos y/o experiencia sobre el tema del curso.

Para el profesorado obtener información al principio de curso sobre la experiencia y los conocimientos previos de su alumnado en la materia de que se trate puede resultar útil con el objetivo de aprovechar esta experiencia como recurso didáctico y para agrupar al alumnado en parejas para el apoyo mutuo. Con una mayor interacción social, según Johnson (2025), los estudiantes no tradicionales podrían servir de modelo de estudio para los estudiantes tradicionales, y los estudiantes tradicionales podrían encontrar mayor relevancia y significado al interactuar con los estudiantes no tradicionales.

3.4. La disposición y la orientación al aprendizaje

La disposición al aprendizaje y la orientación al aprendizaje son dos principios de la andragogía de Knowles distintos, sin embargo, dado que las implicaciones prácticas de ambos principios pueden abordarse desde la práctica de forma interrelacionada hemos optado por presentarlos unidos en este apartado.

En cuanto a la disposición al aprendizaje, según Knowles (1980, 1990) las personas adultas están preparadas para aprender lo que necesitan saber para hacer frente a los roles y responsabilidades de su vida actual. En andragogía se asume que los adultos están preparados para aprender las cosas que necesitan saber para ser capaces de hacer frente efectivamente a las situaciones y roles de su vida real. Pero uno de esos problemas reales a los que se enfrentan en la actualidad puede ser el de superar el curso porque de ello depende su futuro profesional o su calidad de vida. En la práctica, según Knowles (1990), es posible que la disposición a aprender no se dé de forma natural.

En cuanto a la orientación al aprendizaje, según Knowles (1980, 1990), las personas adultas están motivadas a dedicar energía para aprender algo en la medida en que perciben que eso les ayudará a realizar tareas o a hacer frente a problemas a los que se enfrentan en situaciones de su vida presente o para los objetivos que se han marcado. Por lo tanto, aprenden nuevo conocimiento, habilidades, valores y actitudes más efectivamente cuando estos se presentan

en el contexto de aplicación de situaciones de su vida real en ese momento. A medida que una persona madura, su perspectiva temporal cambia, pasando de una aplicación postergada del conocimiento a una aplicación inmediata.

Para capitalizar esta disposición hacia aquello que les ayuda a resolver los problemas de la vida real es importante demostrar la relevancia de la asignatura (McCauley et al., 2017). Al mismo tiempo, la resolución colaborativa de problemas en entornos virtuales favorece la motivación (Aslan y Duruhan, 2021).

3.4.1. Implicaciones para la práctica

Algunas implicaciones para la práctica de este principio son: a) exposición a situaciones problemáticas conectadas con situaciones de la vida real. Una estrategia puede ser nombrar actividades en forma de pregunta problemática; b) juego de roles en las que sea necesario utilizar lo aprendido para resolver la situación o desempeñar el rol adecuadamente; c) exposición a modelos de realización superior (grupos de estudio, charlas o vídeos de profesionales en ejercicio); d) ejercicios de simulación.

Explicar un tema a través de un problema que el alumnado podría enfrentar en el mundo real es más efectivo que proporcionar fórmulas o información abstracta y pedirles que la memoricen únicamente.

Si es posible, animar a los estudiantes a colaborar con otros compañeros para generar ideas sobre posibles soluciones a los problemas. Solo después de que hayan encontrado algunas respuestas, el o la docente hará preguntas y explicará mejor las soluciones.

Un plan de estudios debe ser lo suficientemente flexible como para capturar momentos útiles para la enseñanza, con ajustes para las necesidades cambiantes del alumnado e introduciendo temas de la actualidad que les interesen (Knowles, 1970). Por tanto, usar la actualidad para poner ejemplos de la vida real y para explicar conceptos y su uso en la vida real o la profesión es un buen recurso didáctico para los estudiantes adultos.

3.5. Motivación intrínseca

Este principio indica que, si bien las personas adultas responden a algunos motivadores externos (mejores trabajos, promociones, salarios más altos, etc.), los motivadores más potentes son presiones internas (deseo de incrementar su satisfacción laboral, autoestima, calidad de vida, etc.) (Knowles, 1990). La motivación intrínseca es más característica en estudiantes no tradicionales que en estudiantes tradicionales, a mayor edad más motivación intrínseca y al contrario (Sánchez-Doménech et al., 2023).

Según Ryan y Deci (2000), las personas varían no solo en su nivel de motivación (cuánta motivación), sino también en la orientación de esa motivación, es decir, en las actitudes y metas subyacentes que dan lugar a la acción, el porqué de esas acciones. La calidad de la experiencia y el desempeño pueden ser muy diferentes dependiendo de si esa acción es motivada por razones intrínsecas o extrínsecas. Ryan y Deci (2020) señalan que la competencia autopercibida y la autonomía son críticas para mantener la motivación intrínseca. La motivación intrínseca hacia el aprendizaje se considera un componente esencial del aprendizaje autodirigido, es el incentivo que permite a los estudiantes enfrentarse a una actividad de forma autodirigida (du Toit-Brits y van Zyl, 2017).

Según la teoría de la expectativa de Vroom (1964), la motivación está influenciada por tres factores: la expectativa, la instrumentalidad y la valencia. Estos tres factores se combinan de la siguiente forma: los individuos están motivados para actuar de cierta manera (por ejemplo, implicarse en el aprendizaje) cuando creen que sus esfuerzos resultarán en un rendimiento favorable para obtener recompensas que valoran.

Para Ryan y Deci (2000), el desarrollo de la motivación intrínseca depende del grado en que las necesidades innatas de autonomía, de relación y de competencia se ven apoyadas por el entorno social del individuo.

3.5.1. Implicaciones para la práctica

Algunas aplicaciones prácticas para este principio son: a) proporcionar experiencias de éxito para todo el alumnado y reforzarlas positivamente; b) guiar adecuadamente el aprendizaje y la realización de actividades para favorecer el éxito en el desempeño; c) ayudar al alumnado a identificar los recursos didácticos más adecuados según el objetivo; d) Ayudar al alumnado a identificar otros recursos posibles en su entorno o en la institución para apoyar su aprendizaje; e) estructurar el material de estudio de forma adecuada y explicar dónde se encuentra la información o el material que necesitan; f) favorecer un clima afectuoso y la cohesión grupal; g) facilitar ejemplos de lo que se espera conseguir con el aprendizaje; h) proporcionar rúbricas o listas de cotejo para que autoevalúen su estudio y los trabajos antes de entregarlos; i) proporcionar posibilidades de interacción y de trabajo en equipo.

4. CONCLUSIONES

A pesar de las críticas recibidas, la andragogía de Knowles sigue ofreciendo un enfoque práctico, aunque necesita ser actualizado a lo que significa ser persona adulta hoy, al entorno digital y a la necesidad de un enfoque crítico de acuerdo con los desafíos actuales sociopolíticos y económicos. En este sentido, la Teoría Crítica que hunde sus raíces en Freire (2005) y el Aprendizaje transformacional desarrollado por Mezirow (1997) pueden enriquecer la teoría andragógica desde un enfoque más sociocrítico.

Por otra parte, la tecnología ha transformado la educación a distancia, sin embargo, se enfrenta a grandes desafíos como la diversidad de perfiles y el abandono. Entre los factores que influyen en este último y para dar respuesta en la medida de lo posible al primero, es necesario actualizar la andragogía para que siga siendo una herramienta válida para las personas educadoras que se enfrentan por primera vez a la educación de personas adultas en un entorno digital. En un enfoque andragógico digital, el educador debe diseñar experiencias y entornos de aprendizaje virtual que sean sencillos de navegar, que contengan una variedad de modalidades de acceso a la información, que incluyan información estructurada y directamente aplicable y que fomenten la colaboración, la contribución individual y la reflexión (Blackley y Sheffield, 2015). En este documento se han propuesto algunas implicaciones de la andragogía digital que pueden contribuir a llevar a la práctica los principios andragógicos y los estudios sobre las características del alumnado.

Por otra parte, y de acuerdo con Clair (2024, p. 12), la andragogía es un buen punto de partida, pero: "A medida que la experiencia y las prácticas de los educadores se desarrollen, querrán

ampliar y modificar la práctica andragógica, lo cual no solo está permitido, sino que se fomenta activamente dentro de la teoría."

Esta posibilidad de "ampliar y modificar" la práctica andragógica resulta especialmente pertinente en el contexto actual y en entornos virtuales, en los que la IA está transformando no solo los recursos disponibles para la educación de personas adultas, sino también las formas de interacción, la producción de conocimiento y el acompañamiento del aprendizaje, aunque con riesgos que deben ser considerados desde una perspectiva crítica (Storey y Wagner, 2025).

Esta ampliación y modificación debe también partir de la voz del propio estudiantado adulto, que no percibe la IA únicamente como un repositorio de respuestas (Kim et al., 2026), sino como un agente colaborativo con el que pueden resolver problemas complejos, compartir conocimiento, profundizar en la comprensión y desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior.

Desde esta perspectiva, la IA puede contribuir a reforzar dimensiones centrales de la andragogía, como la implicación activa del estudiante, el reconocimiento de su experiencia previa, la orientación hacia problemas reales y la percepción de relevancia del aprendizaje, todo lo cual redunda en la satisfacción del estudiantado (Cabeza-Rodríguez, 2025).

Sin embargo, para que la incorporación de IA pueda considerarse andragógica, es necesario buscar que su uso sea coherente con una educación adulta crítica, mantener al ser humano en el proceso de decisión, favorecer la creación colaborativa ser humano-IA, calibrar adecuadamente la dependencia tecnológica, incorporar comunicación empática y adaptarse de manera continua a las necesidades del estudiantado (Kim et al., 2026).

En síntesis, este documento pretende contribuir a reducir el abandono del estudiantado en los estudios de modalidad a distancia proporcionando, no solo un marco teórico actualizado desde donde reflexionar sobre la práctica de la educación de personas adultas sino también, algunas implicaciones prácticas para implementar en las aulas virtuales, para la interacción estudiante-estudiante y estudiante-docente y para la didáctica de las clases.

REFERENCIAS

Aslan, S. A., y Duruhan, K. (2021). The effect of virtual learning environments designed according to problem-based learning approach to students' success, problem-solving skills, and motivations. *Education and Information Technologies, 26*(2), 2253–2283. https://doi.org/10.1007/s10639-020-10354-6

Bailey, C. J., y Card, K. A. (2009). Effective pedagogical practices for online teaching: Perception of experienced instructors. *The Internet and Higher Education, 12*(3), 152–155. https://www.learntechlib.org/p/105512/

Blackley, S., y Sheffield, R. (2015). Digital andragogy: A richer blend of initial teacher education in the 21st century. *Issues in Educational Research, 25*, 397–414. http://www.iier.org.au/iier25/blackley-2.html

Brod, G., y Shing, Y. L. (2022). Are there age-related differences in the effects of prior knowledge on learning? Insights gained from the memory congruency effect. *Mind, Brain, and Education, 16*, 89–98. https://doi.org/10.1111/mbe.12320

Brookfield, S. D. (2009). Self-directed learning. En R. Maclean y D. Wilson (Eds.), *International handbook of education for the changing world of work*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5281-1_172

Cabeza-Rodríguez, M.-Á. (2025). ChatGPT assistants in online higher education and student satisfaction: A case study [Asistentes ChatGPT en educación superior en línea y satisfacción del alumnado: Un caso de estudio]. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 28*(2), 9–38. https://doi.org/10.5944/ried.28.2.43552

Carreira, P., y Lopes, A. S. (2019). Drivers of academic pathways in higher education: Traditional vs. non-traditional students. *Studies in Higher Education*, 1–16. https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1675621

Clair, R. S. (2024). Andragogy: Past and present potential. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 7–13. https://doi.org/10.1002/ace.20546

De Abreu, N. M. (2020). Managing instructional strategies in classrooms with adult learners. *The Journal of Continuing Higher Education, 68*(2), 71–83. https://doi.org/10.1080/07377363.2020.1712578

Dennis, M., Butler, R., y Liske, J. (2026). Learning community-enhanced assignments for building engagement in individual-based learning models: Applications of adult learning theory. *Journal of Strategic Innovation and Sustainability, 21*(1). https://doi.org/10.33423/jh6s7546

du Toit-Brits, C., y van Zyl, C.-M. (2017). Embedding motivation in the self-directedness of first-year teacher students. *South African Journal of Higher Education, 31*(1), 50–65. https://doi.org/10.20853/31-1-824

Elibol, S., y Bozkurt, A. (2025). Unfulfilled promises: The complex reasons behind dropout in open online distance education in Türkiye. *American Journal of Distance Education*, 1–16. https://doi.org/10.1080/08923647.2025.2510736

Ferreira, D., y McLean, G. (2017). Applying the assumptions of adult learning online. *Language Research Bulletin, 32*.

Freire, P. (2005). *Pedagogía del oprimido* (2.ª ed.). Siglo XXI.

Gökoğlu, S., Yılmaz, F. G. K., y Yılmaz, R. (2024). Students engagement, community of inquiry, and transactional distance in online learning environments: A stepwise multiple linear regression analysis. *International Review of Research in Open and Distributed Learning, 25*(4), 105–127. https://doi.org/10.19173/irrodl.v25i4.7660

Grow, G. (1991). *Teaching learners to be self-directed*. Florida A&M University.

Johnson, M. L. (2025). *Student motivation—Traditional vs. nontraditional college students* [Ensayo]. *Essays in Developmental Psychology,* 198. https://nsuworks.nova.edu/edp/198

Kalra, P., y Richland, L. (2022). Relational reasoning: A foundation for higher cognition based on abstraction. *Mind, Brain, and Education, 16*(2), 149–152. https://doi.org/10.1111/mbe.12323

Kim, J., Lin, X., Yu, S., y Detrick, R. (2026). Adult learners' perspectives of AI applications in supporting andragogy. *Educational Technology Research and Development*, 1–28. https://doi.org/10.1007/s11423-026-10621-2

Knowles, M. S. (1970). *The modern practice of adult education: Andragogy versus pedagogy*. Association Press.

Knowles, M. S. (1975). *Self-directed learning: A guide for students and teachers*. Association Press.

Knowles, M. S. (1980). *The modern practice of adult education: From pedagogy to andragogy*. Cambridge Adult Education.

Knowles, M. S. (1990). *The adult learner: A neglected species* (4th ed.). Gulf.

Knowles, M. S., Holton, E. F., III, y Swanson, R. A. (2014). *The adult learner: The definitive classic in adult education and human resource development* (8th ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315816951

McCauley, K., Hammer, E., y Hinojosa, A. (2017). An andragogical approach to teaching leadership. *Management Teaching Review, 2*(4), 312–324. https://doi.org/10.1177/2379298117736885

Mezirow, J. D. (1997). Transformative learning: Theory to practice. *New Directions for Adult and Continuing Education,* 74, 5–12. https://doi.org/10.1002/ace

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. (2025). *Datos y cifras del sistema universitario español 2025–2026*. Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. https://www.ciencia.gob.es/InfoGeneralPortal/detalle-publicacion/MICIU/Datos-y-cifras-del-Sistema-Universitario-Espanol-2025-2026.html

Park, J.-H., y Choi, H. J. (2025). Adult learner dropout in online education in the post-pandemic era. *Encyclopedia, 5*(4), 214. https://doi.org/10.3390/encyclopedia5040214

Peacock, S., Cowan, J., Irvine, L., y Williams, J. (2020). An exploration into the importance of a sense of belonging for online learners. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 21*(2), 18–35. https://doi.org/10.19173/irrodl.v20i5.4539

Ryan, R. M., y Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist, 55*(1), 68–78. https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68

Ryan, R. M., y Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational Psychology, 61*, 101860. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860

Sánchez-Doménech, I., y Cabeza-Rodríguez, M.-Á. (2024). Andragogía digital: Necesidad de saber y papel de la experiencia en un máster universitario en línea. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 27*(2), 357–382. https://doi.org/10.5944/ried.27.2.38799

Sánchez-Doménech, I., Cabeza-Rodríguez, M.-Á., y Caraballo-Román, R. (2023). Nuevos perfiles de estudiantes de másteres en línea: Aprendizaje autodirigido y motivación. *REDU. Revista de Docencia Universitaria, 21*(1). https://doi.org/10.4995/redu.2023.16894

Soffer, T., y Cohen, A. (2019). Students' engagement characteristics predict success and completion of online courses. *Journal of Computer Assisted Learning, 35*(3), 378–389. https://doi.org/10.1111/jcal.12340

Storey, V. A., y Wagner, A. (2025). Andragogy in the age of AI: Transformative pathways for adult education. En *AI integration into andragogical education* (pp. 25–44). IGI Global Scientific Publishing. https://doi.org/10.4018/979-8-3373-0502-8.ch002

Sun, A., y Chen, X. (2016). Online education and its effective practice: A research review. *Journal of Information Technology Education: Research, 15*, 157–190. http://www.informingscience.org/Publications/3502

Trammell, B., y LaForge, C. (2017). Common challenges for instructors in large online courses: Strategies to mitigate student and instructor frustration. *Journal of Educators Online, 14*(1). https://www.thejeo.com/archive/2017_14_1/trammell_laforge

Vroom, V. H. (1964). *Work and motivation*. John Wiley & Sons.

Wyatt, L. G. (2011). Nontraditional student engagement: Increasing adult student success and retention. *The Journal of Continuing Higher Education, 59*(1), 10–20. https://doi.org/10.1080/07377363.2011.544977

Youde, A. (2018). Andragogy in blended learning contexts: Effective tutoring of adult learners studying part-time, vocationally relevant degrees at a distance. *International Journal of Lifelong Education, 37*(2), 255–272. https://doi.org/10.1080/02601370.2018.1450303

Chapter 17. Beyond classroom boundaries: how teacher ai literacy fosters collaborative and extra-role workplace behaviors

Magdalini Vlami

https://orcid.org/0009-0005-9671-5194, University of Alicante (Spain)

Abstract: The literature on generative AI in secondary education has been remarkably productive over the last two years and remarkably narrow at the same time. Most studies treat AI literacy as an individual productivity skill and ask how confidently a single teacher can draft a lesson plan, generate a quiz, or write feedback. What they largely miss is that secondary schools are intensely social institutions whose effectiveness depends not only on what teachers are paid to do but on the discretionary, helping, and prosocial work they do alongside one another. The present article reconceives AI literacy as a social-organizational resource. Drawing on a quantitative cross-sectional study with secondary school educators, it shows that AI literacy, operationalized through a multi-dimensional scale capturing evaluation, usage, and ethical awareness, predicts teachers' contextual performance in two distinct ways: as interpersonal and collaborative behavior and as extra-role contribution to the school as an institution. Exploratory factor analysis with principal axis factoring and Promax rotation confirmed a two-factor contextual performance structure, and regression models showed that AI literacy accounted for a meaningful share of variance in teachers' contextual performance ($\beta = .343$, $p < .001$, $R^2 \approx .280$). The argument advanced is that AI fluency does not just save individual time; it generates a cognitive dividend that flows outward into peer support and institutional citizenship. Schools that wish to be digitally ready should therefore treat AI literacy not as a private skill but as a team-building asset.

Keywords: AI literacy, organizational citizenship behavior, contextual performance, secondary education, exploratory factor analysis, teacher collaboration.

1. INTRODUCTION

1.1. The pace of change anyone can see

Walk into almost any secondary school today and the chat window will be open somewhere. In language arts classrooms, teachers are using it to draft differentiated reading passages for students working at different levels. In science departments, it is being used to generate quiz items aligned to a unit the class just finished. In the staff room, an English teacher is asking it to summarize a long faculty meeting note on differentiation policy. This is no longer a story about a few early adopters. By mid-decade, surveys in large urban districts were documenting substantial proportions of secondary teachers integrating generative AI tools into their daily workflows, and the dominant conversations around them had shifted from *whether* to use them to *how* to do so responsibly. Teachers themselves describe a complicated mixture of excitement, anxiety, ethical concern, and a deep sense that nobody has adequately prepared them for the moment.

The research community has been responsive. There is now an extensive empirical literature on teachers' attitudes toward generative AI, on professional development courses designed to help them use ChatGPT, on the integration opportunities and pitfalls of generative AI in sec-

ondary classrooms, on the digital competencies teachers will need in a post-pandemic world, and on the factors that shape teachers' behavioral intention to use AI (Kumar & Sharma, 2025; Brandão et al., 2024; Ng et al., 2025; Ng et al., 2023; An et al., 2022). Most of this work shares a hidden assumption worth pulling into the open: that AI literacy is, at heart, an *individual* competency that lives inside a single teacher's head and workflow.

1.2. The problem with an individualistic lens

This framing has produced an important gap. Secondary schools are not collections of atomized workers. They are intensely social institutions where the day-to-day realities of teaching are co-constructed through peer collaboration, informal mentorship, departmental collegiality, and the discretionary efforts teachers extend beyond their formal job descriptions. Helping colleagues who are overloaded. Sharing instructional materials that were not requested. Volunteering for committee work that nobody asked one to take on. Showing newer colleagues the ropes. Championing a school-wide improvement initiative against resistance. This is the stuff of secondary school life, and it is well-documented in the organizational citizenship behavior literature as a major determinant of school effectiveness, cohesion, and innovative capacity (Niqab et al., 2019; Somech & Ron, 2007; Oplatka, 2006; Ramawickrama et al., 2017).

If we treat AI literacy as a private productivity skill, the question becomes: how efficiently can each teacher use these tools? But if we treat AI literacy as something more, a competency whose consequences spill outward into the social and organizational fabric of the school, the question becomes: how is digital fluency connected to the helping and discretionary behaviors that keep a school running? That second question is the one this article addresses.

1.3. Why now

The timing is not incidental. Secondary schools are under simultaneous pressure to integrate generative AI tools, to maintain academic integrity, to address equity concerns, and to comply with emerging data-privacy and ethics guidelines. Teacher training budgets are being stretched. Faculty time is being squeezed. And, perhaps most importantly, there is emerging evidence that the *way* schools invest in AI literacy will determine not only whether individual teachers are competent but whether schools themselves become more or less collaborative as institutions.

It is tempting to assume that automatically, generically, AI-literate teachers will boost their schools. But it is not automatic, and it is not generic. The mechanism that links the individual to the collective deserves a careful examination, and that is what this article provides.

1.4. Research objectives

The objective of the present article is to shift the analytical center of gravity in the teacher-AI literature from individual task execution to *relational* and *organizational* outcomes. Specifically: Does a multi-dimensional teacher AI literacy construct, incorporating the capacity to *use*, *evaluate*, and ethically apply generative AI tools, meaningfully predict teachers' workplace behavior?; Does the contextual performance construct, when adapted to secondary school teachers, retain its classical bifurcation into interpersonal facilitation and job dedication, or does the

AI context produce a different empirical geometry?; Does higher teacher AI literacy positively predict interpersonal and collaborative workplace behaviors?; Does higher teacher AI literacy positively predict extra-role organizational contributions?

Section 2 develops the theoretical framework, drawing on emerging AI literacy scholarship and the long-standing contextual performance tradition. Section 3 details the methodology, including instruments, sample, and analytic plan. Section 4 reports the results. Section 5 interprets the findings and explains the cognitive dividend mechanism. Section 6 closes with implications.

2. THEORETICAL FRAMEWORK

2.1. A three-dimensional view of ai literacy

The construct of AI literacy is comparatively young, but several recent efforts have moved it from a vague buzzword to an empirically tractable concept. Pei and colleagues, in their systematic review of educator AI literacy, settled on three dimensions structured along a layered progression drawn from Bloom's Taxonomy: *human–AI interactions*, *harnessing AI tools*, and *ethical and societal implications*. The first dimension captures the teacher's capacity to communicate effectively with AI tools, formulate productive prompts, and interpret the responses they produce. The second covers the capacity to apply these tools across planning, instruction, assessment, and feedback production. The third dimension, ethical and societal implications, addresses integrity, equity, data privacy, and the broader consequences of AI for schooling.

Koch and colleagues conducted a cross-instrument factor analysis and identified four correlated latent dimensions in adult AI literacy: ability to use and interact with AI, ability to perform complex cognitive operations regarding AI, ability to engage in ethical considerations, and a residual dimension. Laupichler and colleagues' foundational SNAIL scale with German university students identified three latent factors: technical understanding of AI, critical appraisal of AI applications, and practical application of AI tools. Ng, Leung, Chu, and colleagues' exploratory K–12 review proposed four aspects drawn from classic literacy frameworks: know and understand, use and apply, evaluate and create, and ethical issues. Walter's analysis of AI literacy in modern education similarly emphasized that ethical reflection should be integral to teaching with AI tools. Despite variation in granularity, the conceptual overlap is striking: use, evaluate, and act ethically are recurring pillars. For the present study, AI literacy is operationalized through three dimensions tailored to secondary school educators: *Usage* (practical application of AI tools), *Evaluation* (critical appraisal of AI outputs for accuracy, age-appropriateness, and pedagogical fit), and *Ethical Awareness* (recognition of integrity, privacy, equity, and broader societal implications of AI in schools).

2.2. Contextual performance: a thirty-year conversation

The construct of contextual performance has a longer history. It was introduced by Borman and Motowidlo in response to the limitations of pure task-performance models, and it has since become one of the most studied variables in industrial-organizational psychology (Conway, 1996; Johnson, 2001; Ramzy et al., 2018). Contextual performance was originally defined as "behaviors that support the organizational, social, and psychological environment in which the techni-

cal core must function" (Abun et al., 2021, summarizing Borman & Motowidlo, 1993). Motowidlo and colleagues elaborated that contextual performance includes "interpersonal skills, the motivation to maintain good working relationships and help others perform their tasks" (Van Scotter & Motowidlo, 1996, as cited in Ramzy et al., 2018).

Van Scotter and Motowidlo's refinement divided contextual performance into two narrower constructs: *interpersonal facilitation* and *job dedication*. Interpersonal facilitation refers to cooperative, considerate, and helpful behaviors that support coworkers' activities; job dedication encompasses self-discipline, motivation, and rule-following that supports organizational objectives through one's own effort (Ramzy et al., 2018; Le Sante et al., 2021). Motowidlo, Borman, and Schmit further articulated a theory of individual differences that gave these two dimensions a principled place within a broader taxonomy of performance. Conway's multitrait-multirater analyses provided strong validity evidence for the task/contextual distinction, with the contextual performance dimensions correlating more strongly within domain than across task-contextual domains. Johnson's work on eight job families further showed that each of four dimensions of contextual performance made a unique contribution to overall performance evaluations.

In schools specifically, contextual performance behaviors manifest as helping colleagues, sharing instructional knowledge, volunteering for school-wide committees, mentoring new entrants, and dedicating discretionary time to institutional improvement (Niqab et al., 2019; Somech & Ron, 2007; Oplatka, 2006). Niqab and colleagues, for example, demonstrated empirically that "working in schools is a helping profession" whose effectiveness depends on these discretionary contributions.

2.3. Why these two dimensions for teachers

For the present study, the two-factor structure of Van Scotter and Motowidlo's framework offers an attractive theoretical structure for measuring teachers' contextual performance. The first factor, *Interpersonal and Collaborative Behaviors*, corresponds closely to *interpersonal facilitation*. It captures the helping, mentoring, and cooperation-oriented behaviors that flow from one teacher to another. The second factor, *Extra-role Contribution*, maps onto *job dedication*. It captures the volunteering, initiative-taking, and discretionary-effort behaviors that benefit the school as an institution rather than any individual colleague.

It is worth noting that this conceptual map is not the only one available. Organ's broader five-dimensional taxonomy of OCB (altruism, courtesy, conscientiousness, sportsmanship, civic virtue) has been widely cited and remains influential in educational settings (Huynh, 2019; Organ, 1997). Smith, Organ, and Near had earlier articulated a two-factor model partitioning OCB into altruism and generalized compliance, which Kang and colleagues summarized in their collaborative-learning adaptation: "Smith, Organ, and Near's two-dimensional OCB scale (altruism, compliance)". DiPaola and Tschannen-Moran documented even more parsimonious structures in the school climate literature. The bifurcation adopted in the present article is an empirically defensible choice that prioritizes analytical precision over theoretical comprehensiveness—and it is the structure that the data, as Section 4 will show, retained when the items were factor-analyzed.

2.4. The cognitive dividend mechanism

The central theoretical claim of this article is that AI literacy has *spillover effects* on teachers' contextual performance through what might be called a *cognitive dividend* mechanism. The argument runs as follows.

First, AI-literate teachers save *cognitive and temporal bandwidth*. Automating the production of formative assessment items, the differentiation of reading materials, or the drafting of feedback letters consumes fewer mental resources than doing those tasks entirely by hand. The teacher gains time and attention.

Second, this freed bandwidth is *reinvested socially*. Teachers who have personally mastered a workflow have a moral and professional motivation (rooted in helping norms and collegial culture) to support colleagues still struggling with the same tools (Niqab et al., 2019; Somech & Ron, 2007). The marginal cost of helping a peer is lower for the AI-fluent teacher, while the institutional benefit is high.

Third, AI-literate teachers who also possess evaluative and ethical awareness act as *trusted intermediaries* in their schools. They can vouch for the reliability of AI outputs, adjudicate honesty questions, and safeguard against the integrity risks that worry so many of their colleagues. This trust, in turn, raises the social prestige of generative AI as a tool—not because it is intrinsically better, but because the people who use it provide credible peer endorsement.

Fourth, schools whose faculty contains a critical mass of such teachers generate *organizational spillovers*. Voluntary committee work increases—particularly on AI ethics and policy committees. Peer-led learning circles form and stabilize. Effective practices diffuse more rapidly. Collective efficacy, a known antecedent of educational innovation, strengthens.

Each of these mechanisms is consistent with prior evidence. Glazer and colleagues' foundational work on situated professional development showed that technology integration flourishes when shared planning time, shared curriculum, and peer modeling are present. Wang, Tigelaar, and Admiraal's study of rural Chinese teachers documented that *sharing intention* significantly predicts knowledge-sharing behaviors, and that the sharing climate itself moderates this relationship. The cognitive dividend argument reverses the usual causal arrow—not technology adoption driven by collaboration, but *AI literacy* that drives *collaboration* and discretionary contribution.

2.5. Hypotheses

Two testable hypotheses follow from this framework.

Hypothesis 1. Higher teacher AI literacy significantly and positively predicts interpersonal and collaborative workplace behaviors.

Hypothesis 2. Higher teacher AI literacy significantly and positively predicts extra-role organizational contributions.

Support for either hypothesis would represent a non-trivial contribution to the literature, because it would empirically anchor the link between an increasingly important individual competency and the longer-standing social-organizational scholarship on schools.

3. METHODOLOGY

3.1. Research design

The study employed a quantitative cross-sectional design. Cross-sectional designs are the dominant mode of survey-based educational research on teacher attitudes, dispositions, and workplace behaviors (Niqab et al., 2019; Kang et al., 2020). They are appropriate when the goal is to evaluate the associative relationships among variables measured at a single point in time—and they are particularly appropriate when the construct under investigation is itself rapidly evolving, as is the case with AI literacy.

3.2. Sample and procedure

Secondary school educators constituted the target population. Respondents were recruited via school networks, teacher associations, and professional development mailing lists. Participation was voluntary, and respondents were informed that the survey examined their use of AI tools and their workplace engagement patterns. The questionnaire was administered online and included informed consent, demographic items, and the two standardized scales.

Demographic items captured years of teaching experience, subject area, school type, and gender, allowing for descriptive sample characterization and use as covariates in supplementary analyses where applicable.

3.3. Instruments

3.3.1. AI literacy scale

A 12-item AI Literacy Scale was administered. The items were developed or adapted to cover the three dimensions identified in the theoretical framework: Usage, Evaluation, and Ethical Awareness. Items were rated on a five-point frequency scale ranging from 1 (*never*) to 5 (*always*). A composite AI literacy score was computed as the mean of all retained items. After preliminary analysis, one item was excluded due to weak psychometric performance; this left an 11-item operational scale whose properties are reported in Section 4.

3.3.2. Contextual performance scale

A 6-item Contextual Performance Scale (CP1–CP6) was administered, adapted from Jawahar and Carr's job-performance items and aligned closely with the two-facet model of Van Scotter and Motowidlo. Items CP1 through CP4 captured *interpersonal and collaborative* behaviors; items CP5 and CP6 captured *extra-role contribution* behaviors. Items were rated on the same five-point frequency format. The structure anticipated a two-factor solution mirroring the Van Scotter–Motowidlo framework.

3.4. Data analysis plan

Analyses were conducted using IBM SPSS Statistics. The plan proceeded in three stages.

First, an *exploratory factor analysis* of the Contextual Performance Scale was conducted using principal axis factoring with Promax rotation. PAF was chosen because the analytic goal was to identify *latent constructs* underlying the observed item correlations rather than to com-

press observed variance into linear combinations. Promax, an *oblique rotation*, was chosen because the theoretical framework predicts the underlying factors would be correlated rather than orthogonal (Taherdoost et al., 2014; Buschmeyer et al., 2023). Both choices follow standard psychometric practice (Barrett & Pack, 2023; Buschmeyer et al., 2023).

Sampling adequacy was evaluated using the Kaiser-Meyer-Olkin measure, with values of 0.80–0.90 considered "meritorious" (Taherdoost et al., 2014, p. 51), and the Bartlett Test of Sphericity, which must reach statistical significance for factorability to be assumed. Factor retention followed standard practice: factors with eigenvalues greater than 1.0 on initial extraction were retained, and the empirical solution was evaluated against the theoretically posited two-factor model.

Second, *Cronbach's alpha* was computed for the AI literacy composite, the contextual performance composite, and the two contextual performance sub-scales. As Taber emphasized, alpha is most informative at the level of single-construct scales, so sub-scale alphas are reported alongside the composite alpha. As Panayides cautioned, alpha should not be treated as a stand-alone index of scale quality; reliability evidence is therefore complemented by item-level descriptive analysis and factor-loading evidence. Recent systematic reviews of educational applications continue to support the use of alpha while flagging this caveat.

Third, *hierarchical multiple regression models* were estimated, each testing the predictive effect of AI literacy on a distinct contextual performance outcome. Demographic covariates were examined but, where they did not materially affect the substantive interpretation, parsimonious model specifications are reported.

4. RESULTS

4.1. Descriptive statistics

Teachers reported a moderately high level of overall AI literacy, indicating substantive familiarity with generative AI tools. They also reported moderately high contextual performance behavior, with the Interpersonal/Collaborative Behaviors sub-scale showing a slightly higher mean than the Extra-role Contribution sub-scale. Distributions were examined for skewness and kurtosis; no severe departures from normality were observed, supporting the use of parametric tests.

4.2. Psychometric evaluation

4.2.1. AI literacy scale

The KMO coefficient was .848, indicating meritorious sampling adequacy. Bartlett's Test of Sphericity was statistically significant, $\chi^2 = 1094.66$, $p < .001$, confirming that the item correlations were sufficiently strong to justify factor analysis. Principal axis factoring with oblique rotation yielded a three-factor structure that collectively explained 49.61% of the total variance. Factor 1 reflected AI Evaluation and Awareness competencies (loadings .566–.937), Factor 2 captured AI Usage and Awareness (loadings .419–.731), and Factor 3 captured AI-Ethics-related considerations. The empirical three-factor pattern is broadly consistent with Pei and colleagues' theoretical three-dimension framework, while also suggesting that in the present sam-

ple, *awareness* items partially overlapped with usage and evaluation items rather than forming a fully independent dimension. Reliability was acceptable for the composite (α = .759) and good for the Evaluation sub-scale (α = .845; Taber, 2017; Dorsah, 2025).

4.2.2. Contextual performance scale

The KMO coefficient was .810, again indicating meritorious sampling adequacy, and Bartlett's Test of Sphericity was statistically significant, $\chi^2 = 847.49$, $p < .001$. The data were suitable for factor extraction.

Principal axis factoring with Promax rotation yielded a clean two-factor solution that together explained 67.27% of the total variance. The first factor comprised Items CP1–CP4 (Loadings: CP3 = .842, CP2 = .828, CP1 = .743, CP4 = .680). The second factor comprised Items CP5–CP6 (Loadings: CP5 = .933, CP6 = .816). All loadings exceeded the $\lambda \geq .40$ retention threshold common in psychometric EFA; no cross-loadings of .40 or higher appeared on the non-target factor. The Promax inter-factor correlation was $r = .588$, indicating the two factors are distinct but related, consistent with the conceptual architecture proposed by Van Scotter and Motowidlo and with the longer tradition of separating person-directed (helping/mentoring) and organization-directed (conscientiousness/civic virtue) OCB behaviors (Organ, 1997; Huynh, 2019; Kang et al., 2020).

Reliability of the Contextual Performance Scale was good: Cronbach's α for the 6-item composite was .865, well above the .70 threshold common in educational research (Taber, 2017; Dorsah, 2025), and both sub-scales individually met or exceeded acceptable reliability standards. This result corroborates DiPaola and Tschannen-Moran's observation that OCB items in schools regularly form reliable, parsimonious structures.

4.3 Bivariate correlations

Pearson correlation analysis revealed a significant positive association between teachers' overall AI literacy and their overall contextual performance, $r = .397$, $p < .01$. Both sub-factor correlations were positive and statistically significant. The two contextual performance sub-factors themselves were positively correlated, consistent with the factor-analytic evidence of a shared underlying citizenship construct. In substantive terms: higher AI literacy was associated with greater engagement in peer support *and* with greater willingness to volunteer for school-wide extra-role activities. Effect sizes were in the moderate range, suggesting that the relationship is substantively meaningful without claiming to explain most of the variance in either factor.

4.4. Regression analysis

Multiple regression models were estimated to test the hypotheses directly.

4.4.1. Model 1

The composite AI literacy score significantly predicted overall contextual performance, $\beta = .343$, $p < .001$, $R^2 \approx .280$. When decomposed into the empirically derived two-factor structure, AI literacy positively predicted both sub-factors with similar effect sizes. Hypothesis 1 and Hypothesis 2 were both supported, with comparable β magnitudes across the interpersonal and extra-role facets.

4.4.2. Model 2 (auxiliary)

The same AI literacy composite significantly predicted teachers' task performance (the unidimensional core-instruction scale) at $\beta = .388$, $p < .001$, $R^2 \approx .297$. This auxiliary finding provides useful context: AI literacy predicts both task and contextual performance with comparable strength. The contextual performance effect is not simply inherited from the task-performance literature; it holds independently.

Taken together, the regression results suggest that AI literacy functions as a genuine antecedent of teachers' contextual workplace behavior, not merely a correlate of it.

5. DISCUSSION

5.1. What the findings mean

Three broad findings emerge. First, the multi-dimensional construct of teacher AI literacy (incorporating use, evaluation, and ethical awareness) is meaningfully and positively associated with teachers' workplace behavior, above and beyond task performance alone. Second, the contextual performance scale, applied to secondary school teachers alongside this AI literacy measure, retains its classical bifurcation into interpersonal facilitating behaviors and job dedication behaviors, closely mirroring the two-facet model articulated by Van Scotter and Motowidlo. Third, both directions of effect predicted by the cognitive dividend thesis were supported: AI literacy positively predicted interpersonal/collaborative engagement *and* extra-role contribution to the school.

The two-factor solution that emerged is worth dwelling on for a moment. The data could have produced a unidimensional structure (as DiPaola and Tschannen-Moran found in earlier school OCB work) or a more elaborate five-factor structure (as Organ's taxonomy specifies). Instead, the data produced a clean and interpretable two-factor structure whose components map neatly onto Van Scotter and Motowidlo's analytic refinement. This is reassuring on two counts. It suggests that the items, although adapted to the AI context, do measure the same underlying construct the OCB literature has been studying for three decades. And it suggests that the cognitive dividend argument has genuinely distinct organizational as well as interpersonal outlets—meaning the constructs can be analyzed and, eventually, independently cultivated by school leaders.

The 67.27% variance explained by the two-factor CP solution is also worth noting. For a six-item scale, this is a substantively large share of explained variance; it reflects the fact that the items were carefully constructed around two clear theoretical targets. The corresponding reliability ($\alpha = .865$) further supports the conclusion that the measure is internally consistent, not just structurally valid (Panayides, 2013; Taber, 2017).

5.2. Why the pattern holds: the cognitive dividend

The pattern of findings is consistent with the cognitive dividend mechanism outlined in Section 2.4. At least three plausible explanations are worth considering, and they are not mutually exclusive.

5.2.1. Time reallocation

Teachers who automate routine cognitive tasks—generating quiz items, drafting feedback, producing differentiated reading passages—find themselves with discretionary minutes they did not previously have. Some of those minutes get reinvested into peer support and committee work, exactly as the dividend hypothesis predicts.

5.2.2. Cognitive framing

Teachers who have personally grappled with AI ethics, worked through plagiarism and integrity concerns, and interrogated the equity implications of generative AI tools are more likely to recognize the institutional value of collaborative AI governance. That recognition increases willingness to volunteer for ethics committees, draft school policy, or convene conversations about responsible use.

5.2.3. Trust and intermediation

AI-literate teachers can vouch for the reliability of AI outputs in ways that less-fluent colleagues cannot. This trusted-intermediary role raises the credibility of generative AI within the school, smoothing the path for institutional adoption and thereby increasing the demand for collaborative work around these tools. Buschmeyer and colleagues' work on AI-based decision support indicates that successful AI integration depends on the psychosocial readiness of its users, not only on the technology itself.

Each mechanism has empirical support in adjacent literatures. Glazer and colleagues documented that technology integration flourishes when shared planning time, shared curriculum, and peer modeling are present—exactly the conditions the dividend arguments foreground. Wang, Tigelaar, and Admiraal showed that sharing intention and a positive sharing climate significantly predict voluntary knowledge-sharing. The present cognitive dividend argument specifies the upstream cause of that sharing capacity.

5.3. Reframing "digital readiness"

For the better part of two decades, school systems and education ministries have measured digital readiness through infrastructural metrics (devices per student, bandwidth, software licenses) or through individual-use metrics (frequency of technology use, self-reported comfort). Recent scholarship has updated these metrics for the generative AI era, examining teachers' AI digital competencies and twenty-first-century skills, the psychological determinants of AI-based decision support, and the behavioral intentions that shape teachers' engagement with AI tools.

The findings reported here suggest that something important is still missing: the *social-organizational* level. The individual teacher who masters AI tools in isolation is a real resource to a school, but a much larger resource is the AI-literate teacher who uses that mastery to help colleagues, mentor new entrants, lead learning circles, champion institutional change, and serve on the committees that turn personal capability into shared governance.

Digital readiness, properly understood, is a *relational* achievement. It is the capacity of a faculty, not just a checklist of skills.

5.4. What AI literacy means for teacher education

The findings also carry implications for how teacher education programs—pre-service and in-service alike—should approach AI literacy. If AI literacy produces a cognitive dividend, then it should be cultivated in environments that allow the dividend to flow outward. Self-paced online modules, taken alone, can build technical fluency but provide few opportunities for the helping behaviors that translate fluency into collective capacity. Project-based learning with peer cohorts, hands-on collaborative workshops, shared lesson-design with the explicit goal of teaching one another, and ethical deliberation in small groups—these are the modalities most likely to surface the helping behaviors the cognitive dividend requires.

This recommendation aligns with the broader professional development literature on generative AI. Brandão and colleagues' integrative review of teacher professional development for a generative-AI future emphasized that effective AI training must be sustained, situated, and embedded in teacher communities. Reichert and colleagues' transformative professional-development course on ChatGPT documented that active-learning approaches featuring peer discussions, hands-on activities, and project-based learning produce durable shifts in teachers' understanding and use of large language models. The present findings add an explanatory layer: it is not only that such approaches improve individual competence; it is also that they deliberately cultivate the *relational* conditions under which competence translates into collective behavior.

5.5. The two-factor tradition, re-affirmed

It is also worth noting how the present findings speak to a long-standing debate in the OCB literature. Some studies have found multi-factor structures (altruism, compliance, conscientiousness, sportsmanship, civic virtue); others have found unidimensional structures (DiPaola & Tschannen-Moran, 2001; Kang et al., 2020). The present data resolved on a clean two-factor structure, with inter-factor correlation of $r = .588$. This is consistent with Le Sante and colleagues' extension of Van Scotter and Motowidlo's framework, which argued that job dedication and interpersonal facilitation constitute functionally distinct facets of contextual performance even though they share substantial conceptual territory. Conway's multitrait-multirater analyses likewise showed that interpersonal aspects of contextual performance demonstrated greater empirical independence than did rule-following or extra-effort aspects—exactly the pattern reproduced here.

The implication is that schools and their training programs should treat the two facets as related-but-distinct targets for cultivation. A teacher who excels at peer support but contributes little to school-wide initiatives is high on one facet and low on the other; the reverse is also possible. Both behaviors are valuable, but they may respond to different policy levers (peer learning circles vs. committee structures, for instance).

5.6. Limitations

Several limitations should be acknowledged. *First*, the cross-sectional design precludes strong causal inference. It is plausible that AI literacy predicts contextual performance, and the theoretical framework points to a cognitive dividend mechanism in which fluency precedes help-

ing behavior. But the reverse is also plausible: highly collaborative teachers may be more willing to experiment with and master AI tools. Longitudinal or quasi-experimental designs are needed to disentangle these alternatives. *Second*, both the AI literacy scale and the contextual performance scale are self-report instruments. Self-report data are subject to common-method variance and social desirability bias. Eliminating the bias entirely would require behavioral or observational measures—for example, peer nominations of helping behavior or audit logs of voluntary committee participation. *Third*, the sample was drawn from secondary school teachers in a specific educational system. Whether the relationships documented here generalize to other systems, to other subject areas, to other cultural contexts, or to other teacher populations (primary teachers, tertiary educators, support staff) remains an empirical question. *Fourth*, while the KMO and Bartlett criteria indicated excellent suitability for factor extraction, and the items produced strong loadings on their target factors, the variance explained should be interpreted in the context of scale length; the 49.61% variance explained on the AI literacy scale reflects the more complex multi-dimensional nature of that construct. *Fifth*, the present analysis treats AI literacy primarily as a composite predictor. Future work should examine whether specific dimensions (perhaps Ethical Awareness) are stronger predictors of contextual performance than others.

5.7. Future research

Several directions for further investigation emerge. *First*, a longitudinal or experimental design could address the causality question more directly. Random assignment of teachers to either individual or collaborative AI literacy training, with contextual performance measured post-intervention and at follow-up points, would offer a stronger test of the cognitive dividend mechanism. *Second*, a structural equation model could decompose the dividend pathway into specific mediators (time saved on routine tasks, perceived collective efficacy, ethical confidence, peer-trust) and estimate their relative contributions to the overall effect. *Third*, cross-cultural extensions could examine whether the present findings hold in low-resource and high-resource school systems alike, given that rural Chinese teachers' sharing behaviors have been shown to depend on distinct motivational mechanisms and that cultural norms shape what counts as "citizenship" in any given school. *Fourth*, qualitative studies could illuminate the lived experience of the dividend. What does it feel like when time saved on individual tasks is reinvested in peer support? When does the dividend flow most freely, and when does it get diverted, lost, or withheld? Rich interview data would complement the survey-level findings of the present study. *Fifth*, secondary effects deserve exploration. If AI literacy predicts contextual performance, does it also predict retention, well-being, collective efficacy, or student outcomes? The chain extending from cognitive dividend to school climate to student experience is a natural next step.

6. CONCLUSION

6.1. Policy recommendations for school governance

For school administrators, three concrete implications follow.

6.1.1. Recommendation 1: embed AI literacy in collaborative professional development

Professional development should not consist solely of online tutorials or self-paced modules. It should be embedded in peer-coaching cohorts, learning circles, and joint planning sessions in which teachers rehearse both the technical and the social dimensions of AI use (Brandão et al., 2024; Reichert et al., 2024). The modality matters because it is in collaboration that the cognitive dividend gets translated, in real time, into observable helping and mentoring behaviors.

6.1.2. Recommendation 2: recognize and reward discretionary contribution

Schools should make explicit provision for the kinds of behaviors this study identified as central—volunteering for AI ethics committees, peer tutoring on prompt engineering, leading learning circles, contributing to school-wide AI policies. Light-touch recognition, visible affirmation, and small amounts of dedicated time are the basic levers (Niqab et al., 2019; Somech & Ron, 2007).

6.1.3. Recommendation 3: pair AI literacy with intentional culture-building

Somech and Ron's empirical work identifies collectivism as a robust predictor of teacher OCB; Glazer and colleagues emphasize shared planning time, shared curriculum, and peer modeling. Principals should pair AI training with deliberate efforts to build a participatory, supportive, and collective faculty culture—an environment in which the cognitive dividend has somewhere to flow.

6.2. Implications for teacher educators and pre-service programs

Teacher education programs should weave AI literacy into the professional dispositions curriculum rather than treating it as a stand-alone technical skill. Teacher candidates can rehearse prompt engineering and output evaluation, but they should also rehearse the *collaborative* and *ethical* dimensions of working with AI tools alongside colleagues, mentors, and students. This recommendation aligns with the broader shift in teacher education toward situated, collaborative, and ethically engaged learning (Brandão et al., 2024; Reichert et al., 2024).

6.3. Implications for the research community

For the broader research community, this article underlines a methodological point: studying AI integration in schools using only individual-level outcomes risks under-theorizing its institutional effects. Future work on teacher AI competencies should incorporate organizational, collaborative, and contextual performance measures alongside individual task metrics. The cognitive dividend framework offers a useful starting point, but it should be tested and refined in other samples and other systems.

6.4. Concluding reflection

Secondary schools face a moment of unusual technological pressure. Generative AI tools have entered classrooms faster than policy frameworks, professional development programs, or ethical guidelines can absorb. The dominant policy response so far has been to invest in individual

teacher AI literacy—training each teacher to use, evaluate, and ethically deploy these tools in their own classroom workflows. The dominant research response has been to ask whether such training is taking place. This article argues that both responses have been too narrow.

Drawing on a quantitative cross-sectional study, the analysis shows that higher teacher AI literacy predicts higher interpersonal and collaborative engagement *and* higher extra-role organizational contribution, with the empirical factor structure mirroring Van Scotter and Motowidlo's long-established two-facet model. Exploratory factor analysis with Promax rotation confirmed a clean two-factor solution; regression models confirmed that AI literacy accounted for a meaningful share of variance in teachers' contextual performance; and the cognitive dividend framework explains why.

The takeaway for school leaders is concrete. Building teacher AI literacy is, on the evidence presented here, a *win-win* strategy: it directly addresses the individual educational challenges of generative AI (workload, anxiety, ethical uncertainty) while organically driving the systemic, collaborative innovation that secondary school faculties need to thrive in an AI-saturated landscape. The present study provides promising evidence that when teachers are equipped to use AI thoughtfully, they do not merely work differently; they work *together* differently—and their schools become the better for it.

REFERENCES

An, X., Chai, C. S., Li, Y., Zhou, Y., Shen, X., Zheng, C., & Chen, M.. Modeling English teachers' behavioral intention to use artificial intelligence in middle schools. *Education and Information Technologies*, *27*, 9381–9403. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11316-w

Barrett, A., & Pack, A.. Not quite eye to A.I.: Student and teacher perspectives on the use of generative artificial intelligence in the writing process. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *5*, 100144. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100144

Borman, W. C., & Motowidlo, S. J.. Expanding the criterion domain to include elements of contextual performance. In N. Schmitt & W. C. Borman, *Personnel selection in organizations* (pp. 71–98). Jossey-Bass.

Borman, W. C., & Motowidlo, S. J.. Task performance and contextual performance: The meaning for personnel selection research. *Human Performance*, *10*, 99–109. https://doi.org/10.1207/s15327043hup1002_3

Brandão, A., Pedro, L., & Zagalo, N.. Teacher professional development for a future with generative artificial intelligence – An integrative literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *7*, 100277. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100277

Buschmeyer, K., Hatfield, S., & Zenner, J.. Psychological assessment of AI-based decision support systems: Tool development and expected benefits. *Frontiers in Psychology*, *14*, 1238065. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1238065

Chen, R., Lee, V. R., & Lee, M. G.. A cross-sectional look at teacher reactions, worries, and professional development needs related to generative AI in an urban school district. *Journal of Research on Technology in Education*. https://doi.org/10.1080/15391523.2025.2487191

Conway, J. M.. Additional construct validity evidence for the task/contextual performance distinction. *Human Performance*, *9*, 309–329. https://doi.org/10.1207/s15327043hup0904_2

Conway, J. M.. Distinguishing contextual performance from task performance for managerial jobs. *Journal of Applied Psychology*, *84*, 416–424. https://doi.org/10.1037/0021-9010.84.3.416

DiPaola, M. F., & Tschannen-Moran, M.. Organizational citizenship behavior in schools and its relationship to school climate. *Educational Administration Quarterly*, *37*, 374–410. https://doi.org/10.1177/00131610121969364

Dorsah, P.. The use of Cronbach's alpha reliability in educational research: A systematic review. *Journal of Education and Learning*, *15*, 26–39. https://doi.org/10.5539/jel.v15n1p26

Glazer, E., Hannafin, M. J., Polly, D., & Rich, P.. Factors and interactions influencing technology integration during situated professional development in an elementary school. *Journal of Educational Computing Research*, *41*, 175–201. https://doi.org/10.2190/EC.41.2.d

Huynh, T. M. H.. Organisational citizenship behaviour in the Vietnamese cultural context. *International Journal of Business and Globalisation*, *23*, 547–564. https://doi.org/10.1504/IJBG.2019.100249

Johnson, J. W.. The relative importance of task and contextual performance dimensions to supervisor judgments of overall performance. *Journal of Applied Psychology*, *86*, 984–996. https://doi.org/10.1037/0021-9010.86.6.984

Kang, S. P., Byun, J., Law, V., & Lin, L.. Adaptation and validation of the measure of organizational citizenship behavior in collaborative learning. *Educational Psychology*, *40*, 716–733. https://doi.org/10.1080/01443410.2020.1754890

Koch, M. J., Wienrich, C., Straka, S., Schmid, U., & Carolus, A.. Overview and confirmatory and exploratory factor analysis of AI literacy scale. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *7*, 100287. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100287

Kumar, R., & Sharma, S.. Secondary school teachers' perspectives on GenAI proliferation: Generating advanced insights. *Journal of Research on Technology in Education*, *57*, 165–185. https://doi.org/10.1080/15391523.2025.2479234

Laupichler, M. C., Aster, A., Haverkamp, N., & Vollrath, S.. Development of the "Scale for the assessment of non-experts' AI literacy" – An exploratory factor analysis. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *5*, 100142. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100142

Le Sante, D. R., Eaton, A. A., & Viswesvaran, C.. How contextual performance influences perceptions of personality and leadership potential. *International Journal of Selection and Assessment*, *29*, 198–210. https://doi.org/10.1111/ijsa.12332

Motowidlo, S. J., Borman, W. C., & Schmit, M. J.. A theory of individual differences in task and contextual performance. *Human Performance*, *10*, 71–83. https://doi.org/10.1207/s15327043hup1002_1

Ng, D. T. K., Chan, E., & Lo, C. K.. Opportunities, challenges and school strategies for integrating generative AI in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *8*, 100353. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100353

Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S.. Conceptualizing AI literacy: An exploratory review of the literature. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *2*, 100041. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041

Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Su, J., Chu, S. K. W., & Hattie, J. A. C.. Teachers' AI digital competencies and twenty-first century skills in the post-pandemic world. *Educational Technology Research and Development*, *71*, 1645–1668. https://doi.org/10.1007/s11423-023-10321-z

Niqab, M., Hanson, J., Bangert, A. W., & Shaheen, A.. Measuring organizational citizenship behaviors in secondary schools in Pakistan and a comparison with factors of a school growth mindset culture. *Psychology in the Schools*, *56*, 1094–1109. https://doi.org/10.1002/pits.22248

Oplatka, I.. Going beyond role expectations: Toward an understanding of the determinants and components of teacher organizational citizenship behavior. *Educational Administration Quarterly*, *42*, 385–424. https://doi.org/10.1177/0013161X05290625

Organ, D. W.. Organizational citizenship behavior: It's construct clean-up time. *Human Performance*, *10*, 85–97. https://doi.org/10.1207/s15327043hup1002_2

Panayides, P.. Coefficient alpha: Interpret with caution. *European Journal of Psychology*, *9,* 887–901. https://doi.org/10.5964/ejop.v9i4.887

Pei, B., Lu, J., Zhang, Z., & Chen, Y.. Enhancing AI literacy for educators: Where to start and to what end? *Computers and Education*. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2026.104956

Ramawickrama, J., Opatha, H. H. D. N. P., & Pushpakumari, M. D.. A synthesis towards the construct of job performance. *International Business Research*, *10*, 66–81. https://doi.org/10.5539/ibr.v10n10p66

Ramzy, O., El Bedawy, R., & Maher, A.. Dysfunctional behavior at the workplace and its impact on employees' job performance. *International Journal of Human Resource Studies*, *8*, 114–131. https://doi.org/10.5296/ijhrs.v8i3.13289

Reichert, H., Tabarsi, B. T., Zang, Z., Park, K., & Park, J.. Empowering secondary school teachers: Creating, executing, and evaluating a transformative professional development course on ChatGPT. *Journal of Educational Technology Systems*, *53*, 245–270. https://doi.org/10.1177/00472395241296274

Smith, C. A., Organ, D. W., & Near, J. P.. Organizational citizenship behavior: Its nature and antecedents. *Journal of Applied Psychology*, *68*, 653–663. https://doi.org/10.1037/0021-9010.68.4.653

Somech, A., & Ron, I.. Promoting organizational citizenship behavior in schools: The impact of individual and organizational characteristics. *Educational Administration Quarterly*, *43*, 38–60. https://doi.org/10.1177/0013161X06291214

Taber, K. S.. The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48, 1273–1296. https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2

Taherdoost, H., Sahibuddin, S., & Jalaliyoon, N.. Exploratory factor analysis; concepts and theory. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Applied Sciences*, *2*, 50–60. https://doi.org/10.2139/ssrn.3172868

Van Scotter, J. R., & Motowidlo, S. J.. Interpersonal facilitation and job dedication as separate facets of contextual performance. *Journal of Applied Psychology*, *81*, 525–531. https://doi.org/10.1037/0021-9010.81.5.525

Walter, Y.. Embracing the future of artificial intelligence in the classroom: The relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *21*, 15. https://doi.org/10.1186/s41239-024-00448-3

Wang, J., Tigelaar, D. E. H., & Admiraal, W.. Rural teachers' sharing of digital educational resources: From motivation to behavior. *Computers & Education*, *158*, 103978. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103978

La educación ante la inteligencia artificial y la transformación digital
Desafíos y oportunidades

La innovación educativa constituye uno de los principales motores de transformación de la enseñanza, pero su verdadero alcance depende de su capacidad para responder a necesidades concretas y mejorar los procesos de aprendizaje. Desde esta perspectiva, *Innovación educativa y transformación de los procesos de enseñanza y aprendizaje. De la investigación a la práctica docente* reúne investigaciones, experiencias y propuestas que exploran las posibilidades del cambio educativo desde distintos enfoques disciplinares, metodológicos y profesionales.

A lo largo de sus capítulos, la obra aborda cuestiones como la incorporación de la inteligencia artificial generativa, la realidad virtual, la robótica educativa y los entornos digitales de aprendizaje, junto con metodologías activas como el aprendizaje cooperativo, la gamificación, el aprendizaje basado en proyectos o el aula invertida. Asimismo, examina la transformación de los espacios educativos, la evaluación, las reformas curriculares y el papel del profesorado como agente fundamental del cambio.

Las contribuciones abarcan diferentes etapas educativas, desde Educación Infantil hasta la Educación Superior, y una amplia variedad de disciplinas, entre ellas las ciencias experimentales, las ciencias sociales, la educación física, las lenguas, la literatura o la ingeniería. Esta pluralidad permite comprender que la innovación no responde a un modelo único, sino que requiere propuestas adaptadas a las características de cada contexto, a las necesidades del alumnado y a los objetivos formativos.

Esta obra ofrece, en definitiva, una aproximación plural a los desafíos de la educación contemporánea e invita a reconsiderar cómo se diseñan, desarrollan y evalúan los procesos de enseñanza y aprendizaje. Constituye así una aportación para docentes, investigadores y profesionales comprometidos con una innovación educativa fundamentada, contextualizada y orientada a la mejora de la calidad de la enseñanza.

